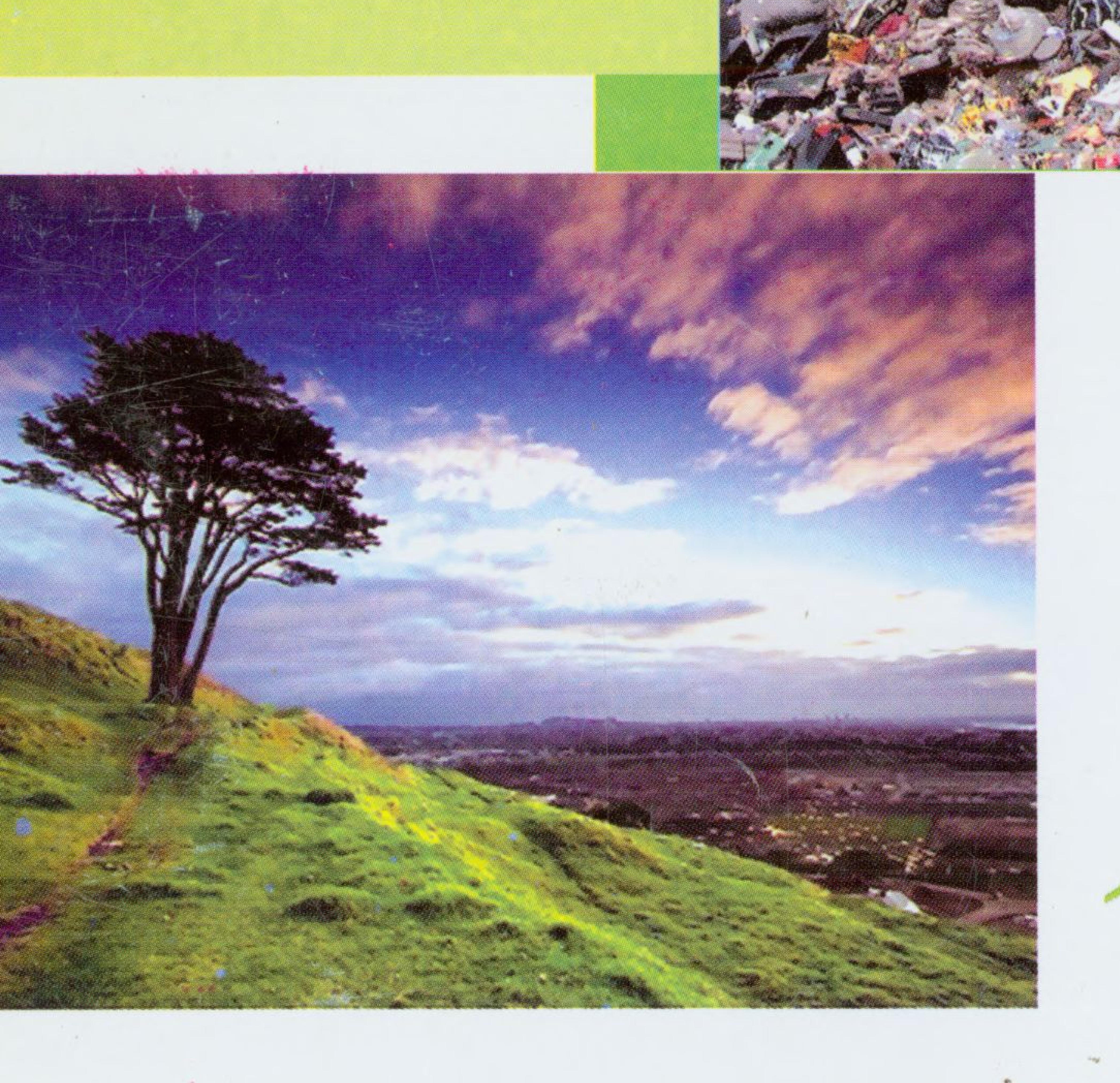


التطبيقات الهندسية
لشئون البيئة والصحة العامة

مهندس استشارى **محمد أحمد السيد خليل**

دار الكتب العلمية
للنشر والتوزيع
القاهرة

التطبيقات الهندسية

لشئون البيئة والصحة العامة

مهندس استشارى

محمد أحمد السيد خليل

الكتـــــاب	:	**التطبيقات الهندسية لشئون البيئة والصحة العامة**
المؤلـــــف	:	مهندس محمد أحمد خليل
الناشـــــر	:	دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع - القاهرة
المـقـــاس	:	١٧ X ٢٤
عدد الصفحات	:	٢٢٤
الطبعــــة	:	الأولى
رقـم الإيـداع	:	٢٠٠٩/٩٠٩٨
ردمـــــك	:	٩٧٨ ٩٧٧ ٢٨٧ ٨٩٩ ٢

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

٥٠ شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة

☎ ٢٧٩٤٨٦١٩- ٢٧٩٥٤٢٢٩

فاكس: ٢٧٩٢٨٩٨٠

لمزيد من المعلومات يرجي زيارة موقعنا على الإنترنت

www.sbhegypt.org

e-mail : sbh@link.net

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

التطبيقات الهندسية لشئون البيئة والصحة العامة

تقديم الكتاب:

في هذا الإصدار تم تناول العديد من التطبيقات الهندسية لشئون البيئة وذلك بهدف المحافظة على البيئة وحمايتها من الملوثات والذى ينعكس على صحة الإنسان وسلامته، وقد تم تناول تلك التطبيقات فى ثمانية عشر فصلاً تم التركيز فيها على ملوثات الهواء بالإضافة إلى ملوثات الماء وكذلك التلوث السمعى ومقاومة الحشرات والقوارض.

وشملت هذه الدراسة عرض لمسببات التلوث وتأثيراته وطرق مقاومة تلك الملوثات والحد منها، والهدف منها هو توفير المادة العلمية للعاملين والمهتمين بشئون البيئة وكذلك القائمين على تقييم الأثر البيئي والحد من التلوث في المنزل أو المصنع.

والله الموفق

مهندس إستشارى

محمد أحمد السيد خليل

التطبيقات الهندسية لشئون البيئة

مقدمـــة :

مصطلح البيئة يعنى به المنطقة، المجال المحيط أو الظروف التى يوجد فيهـــا أى شئ وكل شئ خارج الكائن الحى الموجود فيه، وهو مشتق من الكلمة الفرنسية القديمة "environ" والتى تعنى الإحاطة أو التطويق. البيئى هو الشخص المنوط به العمل لحل المشاكل البيئية مثل تلوث الهواء والماء، الاستخدام الغير رشيد للمـــوارد الطبيعيـــة، التلوث السمعى، ..الخ.

الهندسية البيئية هى الجمع بين البيئة والإنسان، والبيئة تتكون أساساً مـــن ثـــلاث مكونات :

1. الغلاف الجوى (Atmosphere)
2. المجال المائى (Hydrosphere)
3. اليابسة الأرض أو الغطاء التربة (Lithosphere)

بيئة الإنسان تشمل العوامل الآتية:

1. عوامل غير حية الأرض، الماء، الغلاف الجوى، الصوت، المذاق الرائحة (A biotic)
2. عوامل حية الكائنات الحيوانية، النباتات، البكتريا، الفيروسات (Biotic).
3. عوامل اجتماعية جمالية (Aesthetics).

يوجد ثلاث أهداف رئيسية للهندسية البيئة وهى :

1. حماية البيئة من التأثيرات الضارة الناتجة عن النشاط البشرى، مثل حرق واستهلاك الوقود المحتوى على الكربون، الهيدروجين، الكبريت. الكبريت كمثال الموجود في الوقود يتفاعل مع أكسجين الهواء الجوى ويتحول إلى ثانى أكسيد الكبريت ثم ثالث أكسيد الكبريت الذى يتفاعل مع بخار المـــاء فى الجو مكوناً حامض الكبريتيك.

$S + O_2 \rightarrow 2\ SO_2 + O_2 \rightarrow 2\ SO_3 + H_2\ SO_4$

عند سقوط الأمطار المحتوية على (H_2SO_4) حامض الكبريتيك فإنها تسمى الأمطار الحامضية، الكربون الموجود في الوقود يتحول إلى ثانى أكسيد الكربون (CO_2). عنـــد تراكم غاز ثانى أكسيد الكربون في الجو فأنه لا يسمح بتغير درجة الحرارة في الفضاء أسفله، هذه الظاهرة تعرف تأثير البيت الزجاجى أو الصوبة "Green House Effect"

2. حماية الإنسان من الآثار البيئية الضارة كتلوث المياه.

3. تحسين نوعية المجال البيئى وتحسين حياة الإنسان.

الفصل الأول

1

التصحاح البيئي

Environmental Sanitation

التصحاح البيئى يعنى به حماية الصحة العامة ومنع تفشى الأمراض. التهوية، الإضاءة، التدفئة هى أشياء مطلوبة فى التصحاح البيئى. الكل يعرف أن الهواء النقى مطلوب لكل إنسان. فى حالة توقف الإمداد بالهواء النقى فى أحد غرف المبنى، فإن ذلك يسبب الصداع، شعور بالإحباط، الرغبة فى النوم، والشعور بالإرهاق، فقد الشهية وعدم القدرة على تركيز الانتباه، مثل هذه الحالات تحدث أحياناً فى أماكن التجمعات العامة وفى دور الملاهى المزدحمة، لذلك فإنه يكون من الضرورى توفير التهوية المناسبة فى المبنى لمنع الهواء الراكد والآسن فى أى مكان. كفاءة العمل تعتمد على درجة حرارة وضغط المجال الجوى. خلال فصل الصيف عندما تكون درجة الحرارة الخارجية أعلا من درجة حرارة الدم، فإن الحاجة إلى الطعام تقل وتنخفض كفاءة العمل للشخص، على الجانب الآخر خلال فصل الشتاء للمحافظة على استمرار دفئ الدم فإنه يلزم غذاء أكثر وإفراز البول يقل. كل هذا يزيد من الكفاءة الكلية، وهذا هو السبب فى أن سكان البلاد الباردة أكثر نشاطاً وقدرة على العمل والإنتاج مقارنة بسكان البلاد الحارة.

صحة الإنسان تتوقف كذلك على الرطوبة في الغلاف الجوى. المناخ الرطب يساعد على نمو البكتريا الممرضة، لذلك، فإنه ليس حسنا من الناحية الصحية، بالمثل فإن الهواء شديد الجفاف ليس حسنا للصحة، محتوى الهواء من الرطوبة يجب أن يناسب الجلد لسعادة الحياة.

كل إنسان يعرف أن الضوء يعتبر ضرورى فى كل مكان من أجل العمل . ضوء الشمس له العديد من الفوائد على صحة الإنسان. فى البلاد ذات المناخ البارد تعود السكان على أخذ حمام شمسى لتحسين الصحة، كذلك فإن كفاءة العمل تعتمد على شدة الضوء، فى الضوء الخافت يكون العمل صعب ويبدأ الصداع . بالمثل، الضوء الساطع جداً يؤثر على العين . الشئون الطبية الحديثة توصى بتوفير الضوء الكافى فى المبانى لتحسين بيئة العمل والظروف الصحية للإنسان.

I. التهوية:

عملية إزالة الهواء المستخدم أو الهواء الراكد بالهواء الطازج تسمى تهوية المبنى. وهذه يمكن أن تتم بالطريقة الطبيعية أو الصناعية.

1- عمليات التهوية تحقق الآتى:

أ- إزالة الهواء المستخدم من المبنى.

ب- توفير الأكسجين لراحة الإنسان فى المبنى.

جـ- إزالة الرطوبة الزائدة.

د- تبريد جسم الإنسان وإزالة الحرارة الزائدة.

هـ- منع الاختناق في الأماكن المزدحمة العامة.

2- مكونات الهواء:

يتكون هواء الغلاف الجوى أساساً من النيتروجين والأكسجين، ولكن توجد بعض الملوثات المعينة في الهواء. مكونات الهواء هى كالآتى:

جدول (1/1) مكونات الهواء الجوى

المكونات	النسبة بالحجم
نيتروجين	78.1
أكسجين	20.9
ثانى أكسيد الكربون	0.4
أول أكسيد الكربون غاز المستنقعات مركبات الأمونيا مواد عالقة	0.96

البحر النقى أو الجبل يحتوى على الأكسجين 20.999% بالجم بينما الأماكن المزدحمة تحتوى 20.65% بالحجم.

ثانى أكسيد الكربون يتم إنتاجه بالاحتراق، التخمر، زفير الكائنات الحية، كمية ثانى أكسيد الكربون تقل مع زيادة النباتات الخضراء، المطر، الرياح الشديدة. فى حالة زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون حتى 1.5% فإنه بسبب غثيان مثل دوار البحر، الضعف والصداع. فى حالة زيادته إلى 2.5% فإنه يسبب الانطفاء للشمعة، وجود نسبة 5% بالحجم من ثانى أكسيد الكربون يسبب حوادث مميتة.

بخلاف الملوثات الموجودة فى الهواء، فإن أول أكسيد الكربون هو الأشد سمية، وهو يتكون عند عدم كفاءة الاحتراق للكربون ومواقد الحديد الزهر تنتجه بكميات كبيرة.

3- الاحتراق والتنفس:

كمية الأكسجين تقل وتزداد نسبة ثانى أكسيد الكربون عند عمليات الاحتراق أو التنفس. عند حرق الفحم فإنه ينتج ثانى أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون وملوثات أخرى، كذلك فإنه في حالة التنفس فإن الشخص متوسط العمر يعطى 0.017 متر مكعب فى الساعة من ثانى أكسيد الكربون كل متر مكعب من الغاز الذى يتم حرقه يعطى 0.017 متر مكعب من ثانى أكسيد الكربون. لذلك، فإن كلا من الاحتراق والتنفس يسببا باستمرار تلوث الهواء والذى يتم تجديده باستمرار بواسطة التهوية المناسبة.

4- كمية الهواء المطلوبة.

لقد قيل في البند السابق أن الشخص فى متوسط العمر يعطى 0.17 متر مكعب من ثانى أكسيد الكربون فى الساعة، فى الحالات العادية يحتوى الهواء على 0.04% من ثانى أكسيد الكربون، إذا كانت نسبة النقاء القياسية 0.06% من ثانى أكسيد الكربون، فإن الشخص العادى سوف يضيف 0.02% من ثانى أكسيد الكربون فى الساعة. الجدول الآتى يعطى كمية الهواء اللازمة لكل فرد في الساعة.

عند تصميم المبانى، يجب توفير الهواء الكافى الطازج بما يحقق عدم وجود اختناق فى المبنى، الجدول الآتى يبين المساحة الهوائية اللازمة لأغراض التصميم.

جدول (1/2)

نوع المبنى	كمية الهواء اللازمة لكل فرد في الساعة بالمتر المكعب
غرفة المعيشة	34
غرفة النوم	35.4
المدارس	34 – 25
صالة اللعب بالكورات	68 – 60
دور السينما	43 – 34
غرفة الاجتماعات والمحاضرات	34
والمستشفيات العادية	34
المستشفيات المعدية	68 – 60

5- الراحة بالتهوية:

كما تم توضيحه سابقاً حيث تعتمد كفاءة العمل على التهوية وتجديد الهواء، الضوء، درجة حرارة الجو المناسبة والرطوبة المناسبة لا توجد قاعدة محددة لتعريف الراحة. الآن يمكن زيادة الكفاءة بتكييف الهواء، حيث تم التوصية أنه لأفضل تكييف الهواء يجب توفير درجات حرارة البصيلة الجافة والبصيلة الرطبة (Dry Bulb and Wet Bulb) الآتية:

جدول (1/3) درجة حرارة البصيلة الجافة والبصيلة الرطبة لمنطقة الراحة عند أفضل الظروف:

الصيف				الشتاء			
درجة حرارة البصيلة الجافة		درجة حرارة البصيلة الرطبة		درجة حرارة البصيلة الجافة		درجة حرارة البصيلة الرطبة	
درجة فهرنهيت	م°	درجة فهرنهيت	م°	درجة فهرنهيت	م°	درجة فهرنهيت	م°
74	23.3	76	19.4	70.5	21.4	64.2	17.8
75	23.9	65	18.4	71	21	63.1	17.3
76	24.4	63.7	17.6	72	22.2	61.5	16.4
77	25	62.2	16.8	74	22.8	59.5	15.3
78	26.6	60.8	16	73	23.3	58	14.4
79	26.1	59.4	15.2	74.2	23.6	56.1	13.4

6- نظم التهوية:

نظم التهوية يمكن تقسيمها إلى الآتــى:

- نظم طبيعية.
- نظم صناعية.
- نظم الامتلاء (Plenum System)
- نظم التفريغ (Vacuum System)
- نظم تكييف الهواء (Air Conditioning)

نظام التهوية الجيد يجب أن يتصف بالآتى:

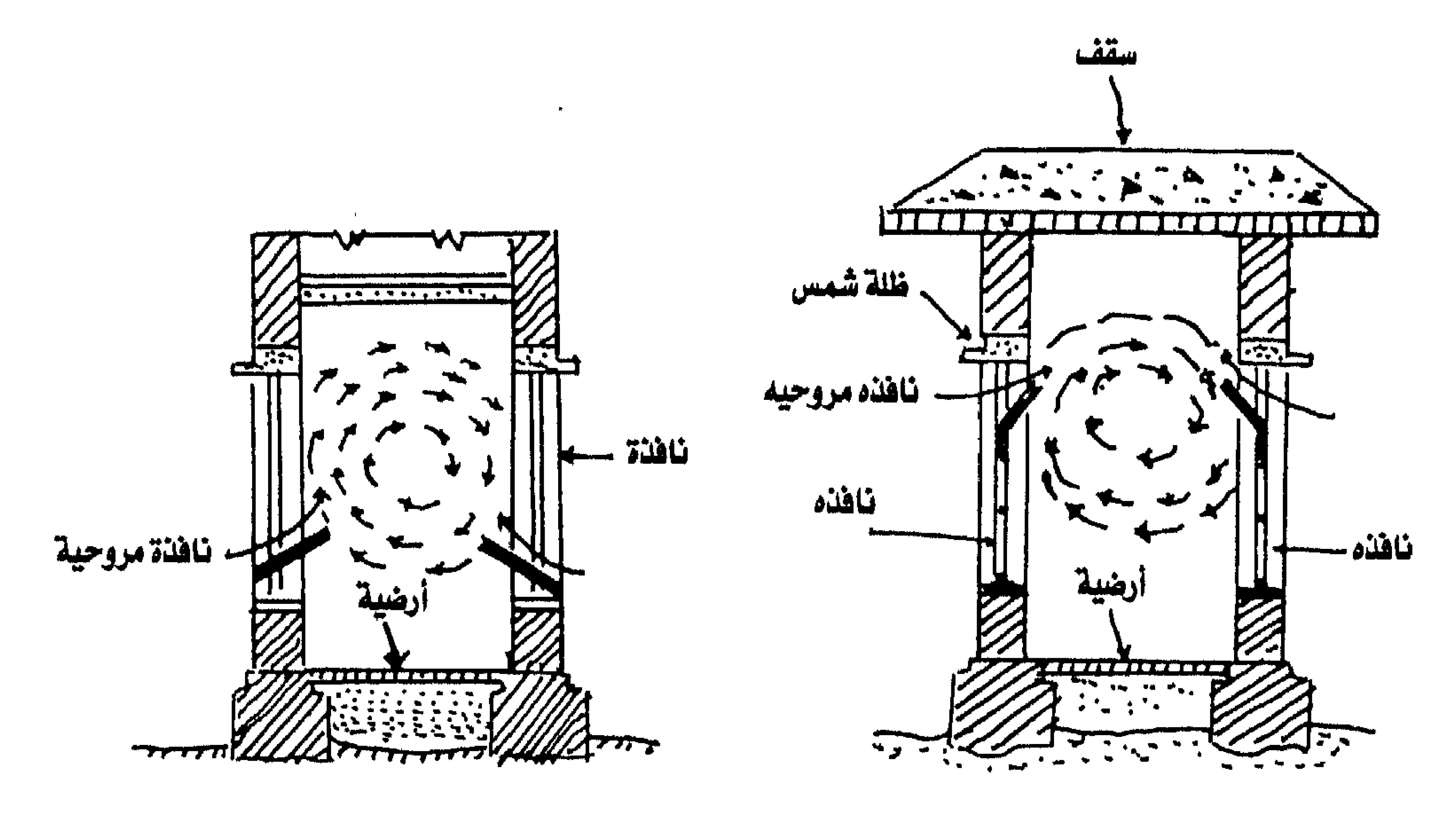
- إمكانية التحكم في دخول وخروج الهواء من الحجرات.

- تجديد الهواء لكل ركن من الحجرة وعدم وجود جيوب راكدة متروكة.
- يسمح فقط بدخول الهواء الخالى من الأوساخ والرطوبة العالية.
- تجنب السحب حديث أقصى سرعة يجب أن لا تزيد عن 16 متر فى الدقيقة.
- سحب الكمية الكافية من الهواء الجديد الضرورية لمنع الهواء الراكد.
- يسمح بالتحكم فى درجة حرارة الغرفة والتى يجب أن لا تزيد أو تقل عن المطلوب للعمل المريح والحياة المريحة.

النظام الطبيعى: (NATURAL SYSTEM)

بالنسبة للمبانى العادية يستخدم النظام الطبيعى للتهوية عادة، فى هذه الطريقة تستخدم القوى الطبيعية لإزالة الهواء الراكد والسماح بالهواء الجديد فى المبنى خلال مداخل التهوية والخروج على التوالى.

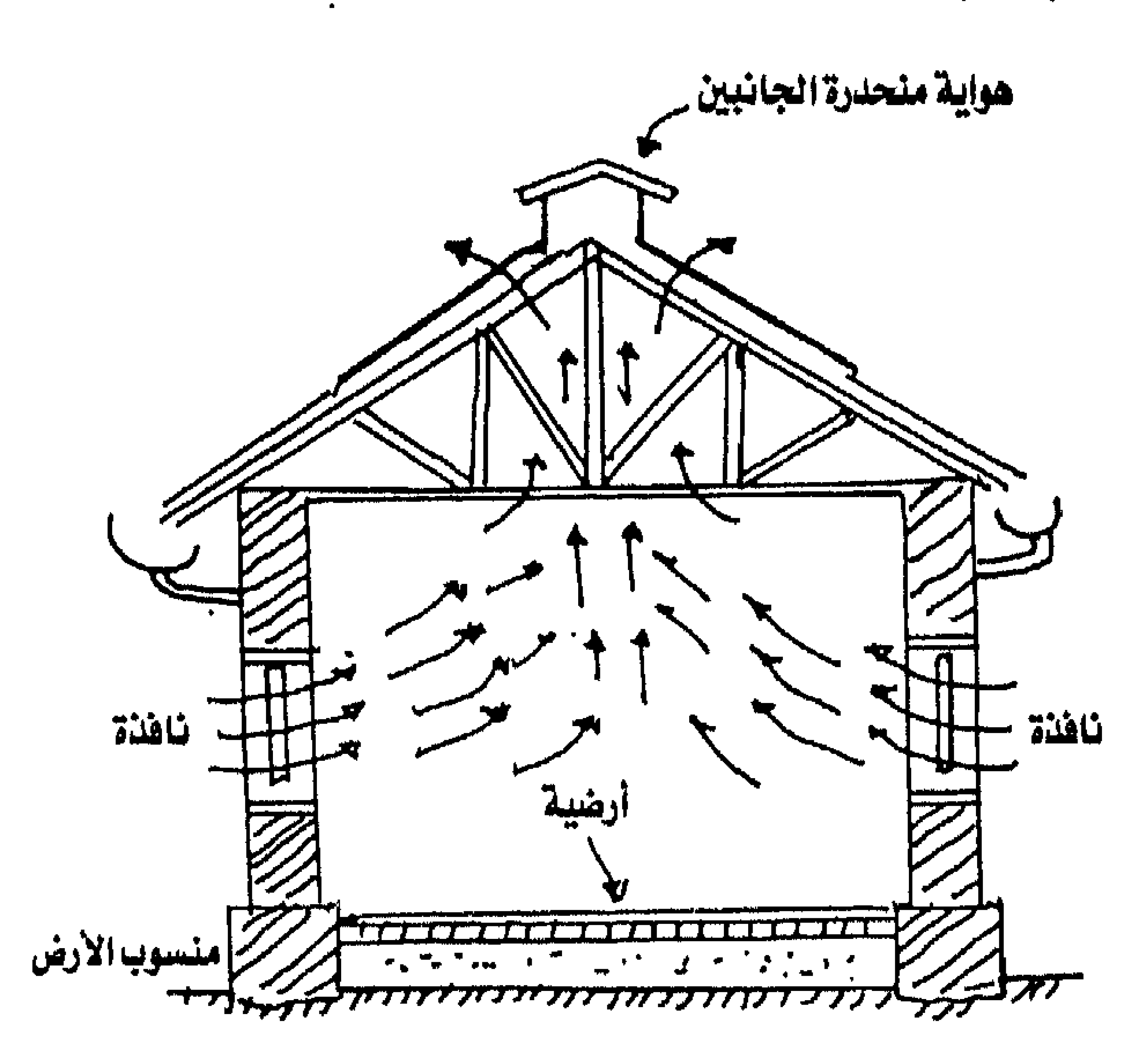
عند تسخين الهواء، فإنه يتمدد ويرتفع، لذلك فإن الهواء الذى يخرج من الجسم يبدأ فى الارتفاع إلى أعلا ويتجمع أسفل سقف الحجرات هنا يمكن سحبه بواسطة الهوايات ذات مخارج التهوية المصممة جيداً. الهواء الجديد يدخل المبنى خلال الأبواب، النوافذ أو مداخل التهوية المصممة جيداً. كفاءة التهوية الطبيعية تتوقف على سرعة الريح والاختلاف في الجاذبية النوعية فى الهواء داخل وخارج المسكن، نظراً لأن الهواء الجديد البارد له جاذبية نوعية أقل من الهواء الدافئ الراكد، لذلك، فإنه يتم سحبه إلى داخل الغرفة أسفل السقف، ارتفاع قاع النافذة يجب أن يكون مرتفعاً عن مستوى الأرض بحيث لا يتم تعرض النائم لتيار الهواء، فى البلاد المدارية يتم توفير النوافذ فى اتجاه الريح وكذلك على جانب صرف الريح. تلك النوافذ تسمح بالهواء فقط عندما تكون مفتوحة، لذلك في بعض الأماكن الأفضل توفير نوافذ مروحية (Fanlights) فوق أو أسفل النافذة، كما هو موضح فى الشكل (1/1) وضع وميل النافذة المروحية يجب أن يكون بها بما لا يمكن كل الهواء الجديد من طرد كل الهواء القديم من الغرفة كما هو موضح فى الشكل (1/2)



شكل (1/1) التهوية خلال نافذة مروحية مثبته فوق النافذة

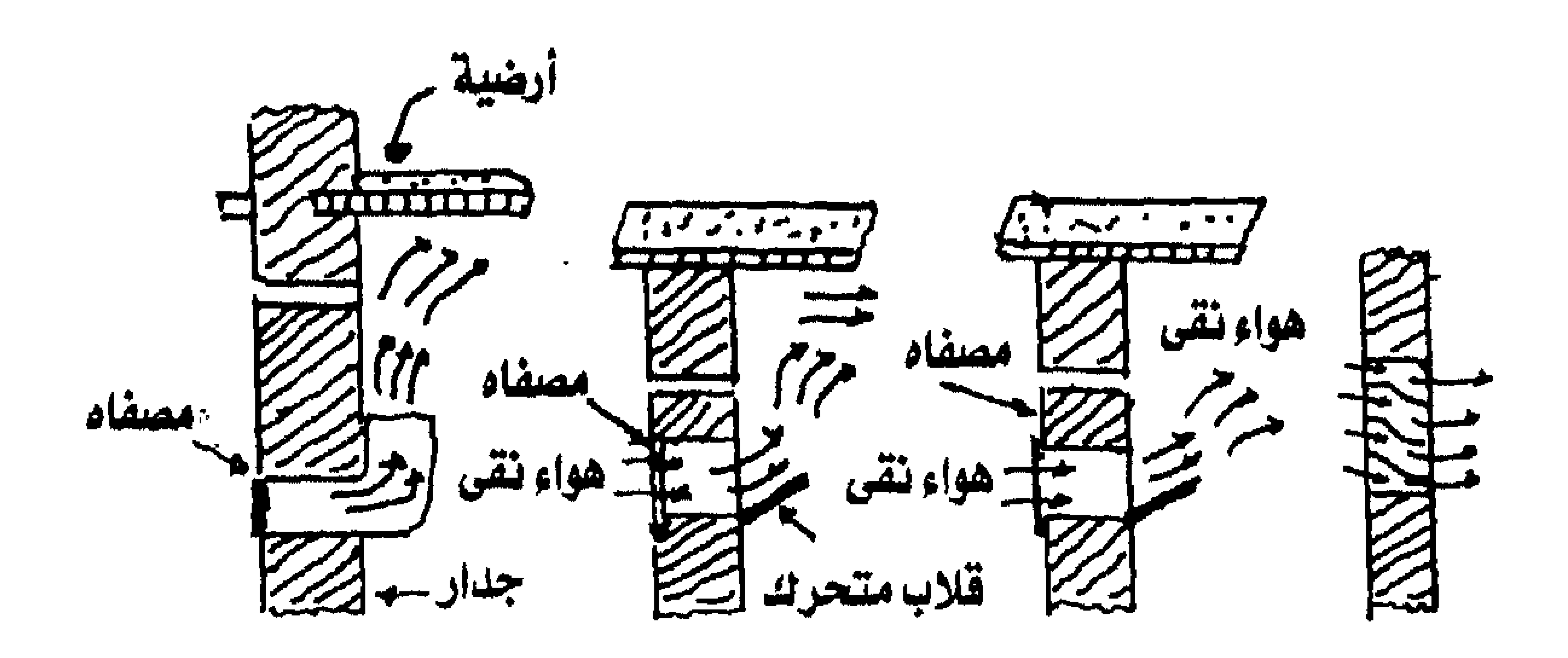
شكل (2/1) التهوية خلال نوافذ مروحية مثبته أسفل النوافذ

فى حالة الأسقف المائلة يتم توفير هوايات تلاقى السطحين (Ridge) كما هو موضح فى الشكل (1/3).

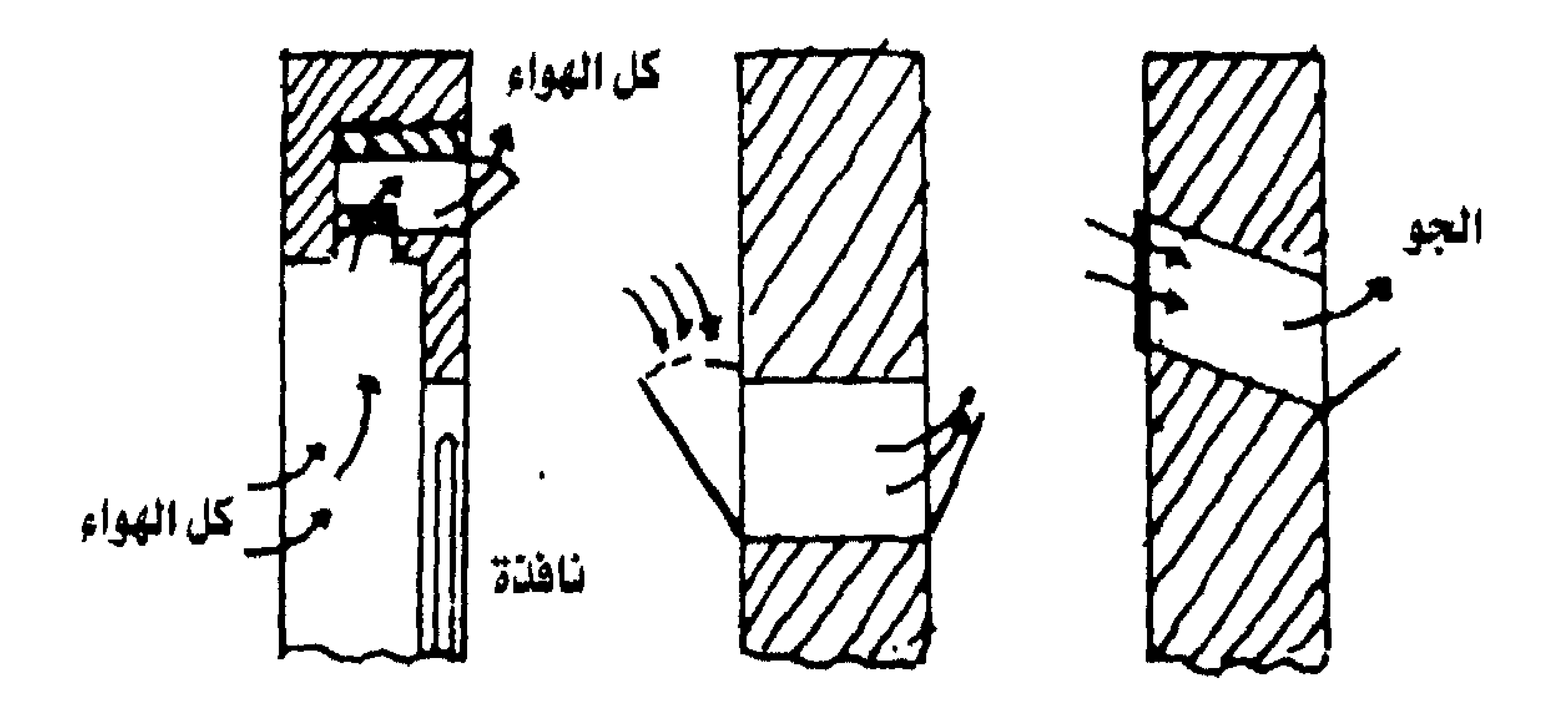


شكل (1/3) هواية منحدر الجانبين

فى حالة البلاد ذات البرودة الشديدة، ليس من الممكـن فـتح الأبـواب والنوافـذ لأغراض التهوية الطبيعية. فى مثل هذه الأماكن يتم توفير مداخل تهوية شـكل (1/4) ومخارج التهوية (شكل 1/5) بالتصميم الجيد. هذه المداخل يتم وضعها عند الأمـاكن المناسبة حوالى 2 متر فوق مستوى الأرض على جانب المدفأة، كذلك فـإن المـداخل تكون منظمة بما يمكن من سحب الهواء الجديد النقى من الجو والكائنات الأخـرى لا يتم جمعها فيهم، كما يجب أن تكون ذاتية النظافة. مكان مخرج التهوية يتوقف علـى وضع مدخل التهوية، فى البلاد الباردة يكون مكان المدفأة هو المخرج الطبيعى. فـى أماكن قليلة، تستخدم مواسير عادم التهوية كمخارج. تلك المواسير تكون مناسبة كذلك لتهوية البدرومات والحجرات الصغيرة الأخرى فى المبنى، المخارج يتم حصولها على القوة المحركة بالحرارة أو العادم، وإلا فإنها تعمل كمداخل للتهوية وتقوم بسحب الهواء البارد من الجو.



شكل (1/4) أنواع مختلفة من مداخل التهوية



شكل (1/5) مختلف أنواع مخارج التهوية

نظام الامتلاء (Plenum System)

هذا النظام يستخدم غالباً فى البلاد الباردة ويشمل وحدة التهوية الكاملة و التدفئة، ويشمل :

- مرشح لغسيل الهواء.
- سخان يتم تسخينه بالماء الساخن، الكهرباء، البخار أو الغاز.
- مروحة طرد مركزى لدفع الهواء الساخن.
- نظام لمواسير التوزيع لتوصيل كل غرفة بالمبنى.

عند بدء مروحة الطرد المركزى، فإنها تسحب الهواء خلال مداخل الهواء، الذى يتم ترشيحه أولاً ثم تسخينه إلى درجة الحرارة المطلوبة. المروحة تدفع الهواء الساخن خلال المواسير (Ducts)، والذى يصل إلى كل غرفة خلال فتحات فى المواسير موجودة فى السقف، عند دخول الهواء إلى الغرفة، فأنه يزيد من الضغط الداخلى، ولهذا فإن الهواء الراكد يتم دفعه إلى الخارج خلال فتحات الخروج.

هذا النظام يستخدم خلال إنشاء الإنفاق لتهويتها.

نظام التفريغ : (VACUUM SYSTEM)

هذا النظام يستخدم غالباً فى دور السينما، قاعات الاجتماعات، الفنادق، والمبانى العامة الأخرى، فى هذا النظام يتم سحب الهواء بقوة من الغرف أو القاعات بواسطة مراوح سحب العادم، طلبمات العادم ووسائل مناسبة أخرى والذى بسببها يتم إيجاد تفريغ جزئى فى القاعات.

عند إيجاد الضغط الجزئى بطرد الهواء الراكد، فإن الهواء الجديد يبدأ في الدخول خلال الأبواب، النوافذ ومداخل التهوية الأخرى، هذا نظام جيد ورخيص للبلاد المدارية فى الظروف المناسبة.

نظام الاتزان: (BALANCE SYSTEM)

نظام الاتزان هو جمع لكل من نظام الامتلاء ونظام التفريغ، فى هذا النظام يتم تثبيت الطلمبات أو مراوح الطرد المركزى فى السطح السفلى الذى يمد الهواء الجديد الطازج باستمرار، بينما الهواء الراكد يتم دفعه باستمرار إلى الخارج بواسطة مراوح العادم، هذا النظام كفؤ جداً ولكنه مكلف جداً.

تكييف الهواء : (AIR CONDITIONING)

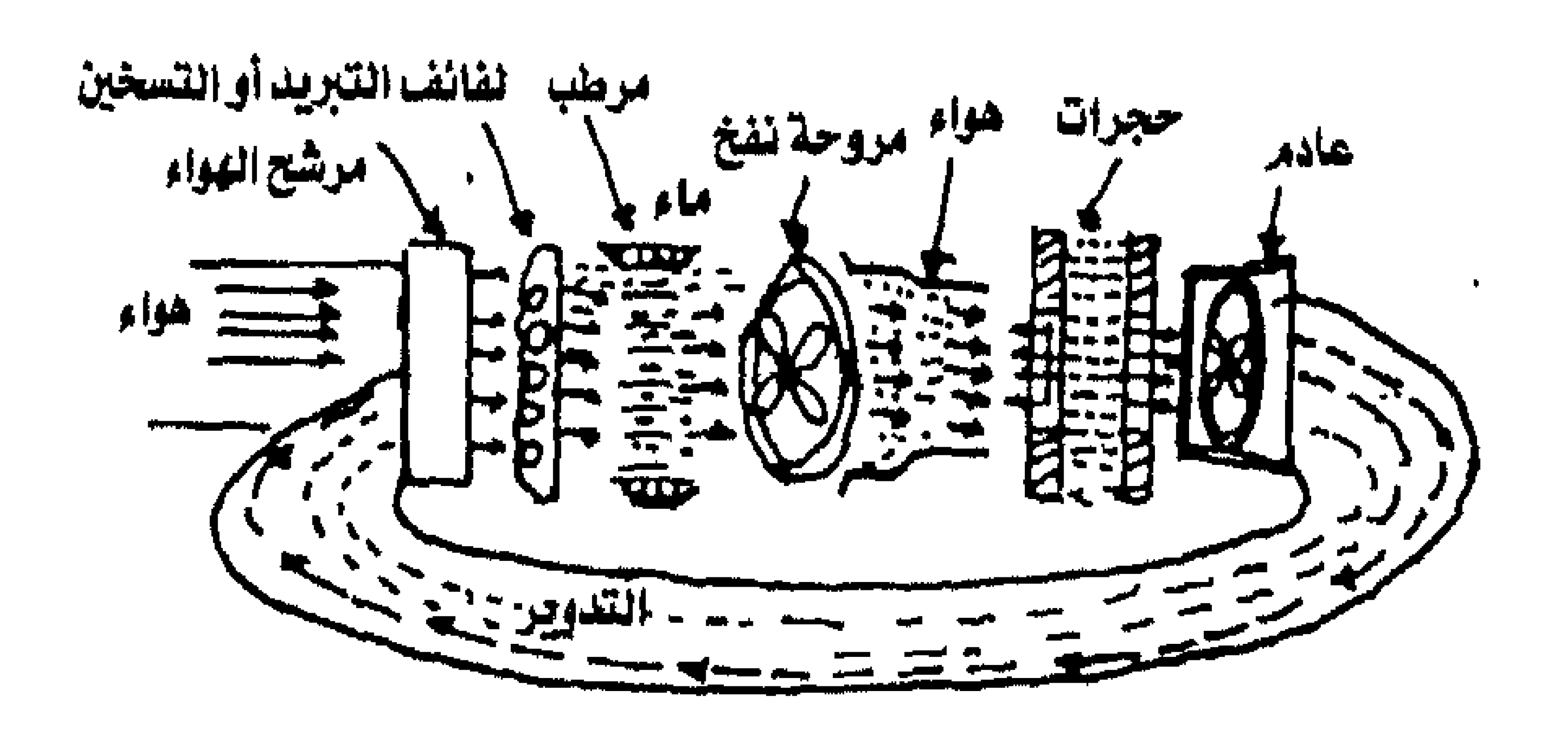
الجو فى المدن الحديثة يحتوى أوساخ، دخان، بالإضافة إلى أصوات بسبب المرور، الصناعات وأماكن الأنشطة الأخرى، فى مثل هذا الجو يكون من الضرورى الحصول على الراحة، لذلك فإن كل تلك المشاكل تم حلها بتكييف الهواء حيث كل الأبواب والنوافذ وفتحات التهوية تكون مغلقة.

تكييف الهواء يمكن تعريفه بأنه عملية التحكم في درجة الحرارة، الرطوبة، توزيع الهواء وفى نفس الوقت إزالة الأتربة والأوساخ والبكتريا من الهواء بمعنى آخر، فإن تكييف الهواء هو طريقة توفير الجو المريح والصحى لزيادة الكفاءة.

عملية تكييف الهواء هى تطوير لنظام الامتلاء، دورته الكاملة تشمل المراحل التالية:

- إزالة الأوساخ والأشياء الأخرى الغير مرغوبة بمرور الهواء خلال مرشح نظافة الهواء أو الغسيل.
- تبريد او تسخين الهواء بواسطة لفات مواسير (Coils) التبريد أو لفات مواسير التدفئة على التوالى.
- ضبط رطوبة الهواء بإضافة الرطوبة فى الصيف وإزالة الرطوبة فى الشتاء أو المواسم الممطرة بتمرير الهواء خلال جهاز ضبط رطوبة الهواء (Humidifier).
- دفع الهواء المكيف خلال مواسير بمراوح أو طلمبات وتوزيعه فى الحجرات.

الشكل (1/6) يوضح مخطط عملية تكييف الهواء



شكل (1/6) عملية تكييف الهواء

لغسيل أو نظافة الهواء، تستخدم مرشحات من النوع الجاف أو اللزج. المرشحات الجافة هى العادية التى تصنع من الورق أو النسيج أو اللباد. بعد الاستخدام لمدة طويلة وعند انسداد هذه المرشحات، فإنه يتم نظافتها بطريقة التفريغ أو التخلص منها

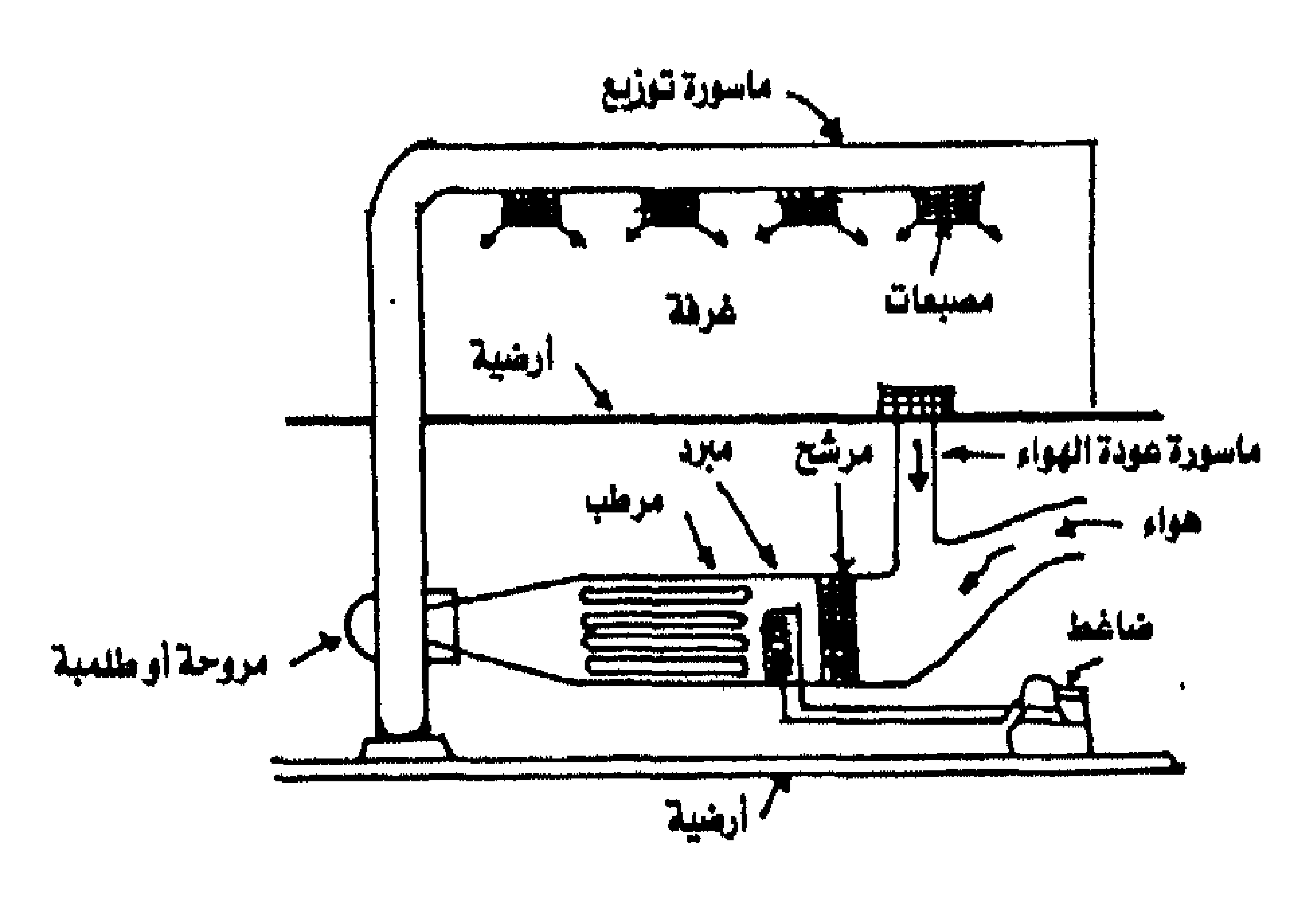
واستخدام مرشحات جديدة. فى المرشحات من النوع اللزج يتم مرور الهواء خلال مادة ذات حبيبات سميكة مغطاة بزيوت لزجة التى تمتص الأوساخ من الهواء. فى أجهزة تكييف الهواء الحديثة تستخدم المرسبات الكهربائية لنظافة الهواء.

تبريد الهواء يتم بتمرير الهواء فوق سطح بارد للفائف معدنية، التى يتم تبريدها بتمرير مبرد متطاير خلالها، تلك اللفائف يتم تبريدها بأجهزة التبريد.

تسخين الهواء يتم بتمرير الهواء خلال فرن أو لفائف من المواسير (Coils) يتم تسخينها بتمرير الماء الساخن أو البخار خلالها، الآن يتم تسخين لفائف المواسير بالكهرباء وعناصر التسخين يتم وجودها داخل لفائف المواسير.

الرطوبة المطلوبة فى الهواء تتم بمروره خلال جهاز ضبط الرطوبة (Humidifier) إذا كانت رطوبة الهواء منخفضة كما فى فصل الصيف فيتم تمريره خلال رشاش الماء، عند مروره، يمتص الرطوبة المطلوبة من الماء، فى بعض الحالات يمكن خلط البخار فى الهواء قبل المرور خلال المرشح بطريقة محكمة، فى معدات تكييف الهواء يتم بترزيز الماء بواسطة الهواء المضغوط، إذا كانت الرطوبة فى الهواء زائدة، فإنه يتم خفضها بالتكثيف والتى تتم بطريقة الامتصاص أو الإدمصاص.

تدوير الهواء المكيف يتم بدفعه خلال مواسير بواسطة طلمبات أو مراوح. فى حالة الوحدات الصغيرة، المواسير لا يتم توفيرها ويتم تثبيت جهاز التكييف على حائط الحجرة مباشرة. ولكن فى حالة الصالات الكبيرة، دور السينما، الفنادق، يتم توفير جهاز تكييف مركز واحد فى غرفة واحدة والمواسير إلى مختلف الغرف ومختلف النقط فى الحجرة، والتى توزع الهواء المكيف، الشكل (1/7) يوضح نظام تكييف الهواء المركزى.



شكل (1/7) النظام المركزى لتكييف الهواء

إعادة التدوير (RECIRCULATION)

إعادة التدوير هو طريقة تمرير الهواء المكيف بعد الاستخدام ثانياً خلال جهاز تكييف الهواء. بعد تشغيل مكيفات الهواء أحياناً تصبح درجة حرارة الغرفة منخفضة عن درجة حرارة الجو خلال الصيف وأعلا فى الشتاء. لذلك يكون مفيداً من الناحية الاقتصادية تشغيل مكيف الهواء إذا تم تدوير هواء الغرفة ثانياً. هذه العملية تعرف بإعادة التدوير. كمية الهواء اللازم إعادة تدويرها تتوقف على عوامل كثيرة. هذا الهواء الذى تم إعادة تدوير يتم خلطه مع هواء جديد كما سبق توضيحه فى الشكل (1/6).

إذا كان الفرق بين درجة حرارة الغرفة ودرجة حرارة الجو يزيد عن 8°م، فإنه يسبب صدمة درجة حرارة للشخص الذى يدخل أو يخرج من الغرفة والتى ذات التأثير على الصحة العامة، لذلك، لتجنب هذه المشكلة، فإن الفرق فى درجة الحرارة يجب المحافظة عليه بعدم الزيادة مع توفير الطرقات بدرجة حرارة متوسطة بين الغرفة والجو.

2. الإضاءة (LIGHTING)

كل إنسان يعرف أهمية الإضاءة الإضاءة مهمة للحياة مثل الهواء بدون الإضاءة لا يمكن الاستمرار فى الحياة، إذا حجبت الإضاءة عن نبات فإنه لا ينمو الضوء يلعب دوراً هاماً فى نمو الإنسان والكائنات الحية الأخرى، يمكن تقسيم الإضاءة إلى الآتى:

* ضوء الشمس أو الضوء الطبيعى.
* الضوء الطبيعي المساعد أو ضوء الشمس المنعكس.
* الضوء الصناعى.

أ- **الضوء الطبيعى (Natural Light)**

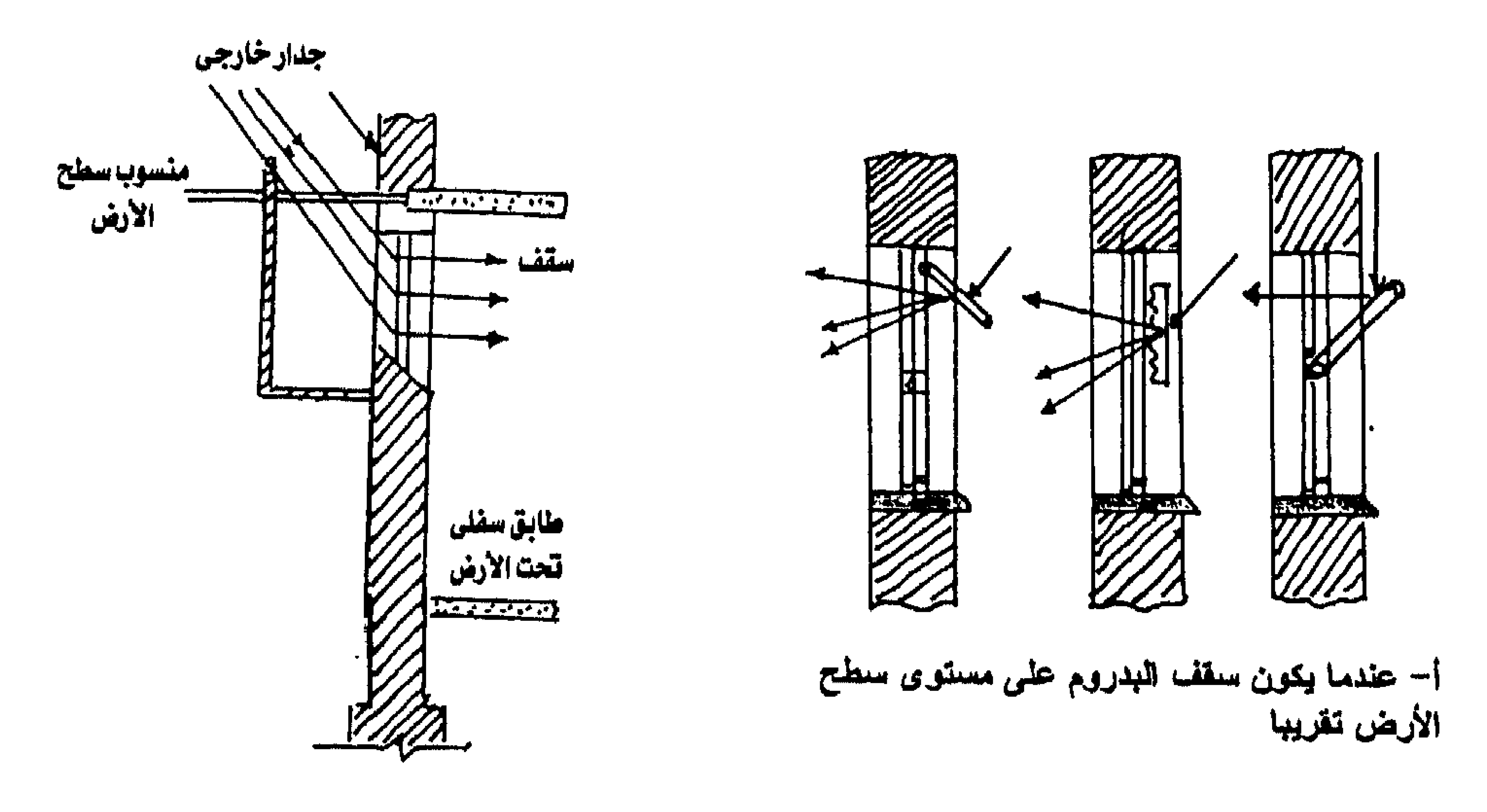
ضوء الشمس يتكون من سبعة ألوان، التى يمكن فصلها بالمرور خلال منشور زجاجى، إذا تم فصل الضوء، فإن حزمة الضوء سيكون لها الأزرق، الأحمر، الأصفر، الأخضر، البنفسجى والبرتقالى. الأشعة فوق البنفسجية الموجودة فى ضوء الشمس ذات كفاءة تطهير عالية وقادرة على قتل البكتريا الممرضة، هذه الأشعة تنقى كذلك الدم، تحسن الصحة وتزيد من قوة مقاومة الأمراض، وهذا هو السبب فى أن الناس فى البلاد الباردة تحاول أخذ حمام شمس. لذلك فإنه خلال إنشاء مبانى جديدة، يجب الحرص نحو حصول كل غرفة على الضوء الطبيعى، مباشرة فى أى وقت خلال اليوم مكان الأبواب والنوافذ يجب تمكين دخول الشمس الكافى إلى المبنى. فى

الغرف الطويلة والضيقة من المفضل توفير النوافذ فى الحوائط الأخيرة، المساحة الكلية للأبواب والنوافذ يجب أن لا تقل عن عشر مساحة أرضية الغرفة ويفضل أن تكـون سبع (1/7) مساحة الأرضية المكان والمساحة المطلوبة للأبواب والنوافذ يتوقف كذلك على مناخ الدولة، فى المناطق الدافئة يلزم عدد أقل مقارنة بالبلاد الباردة.

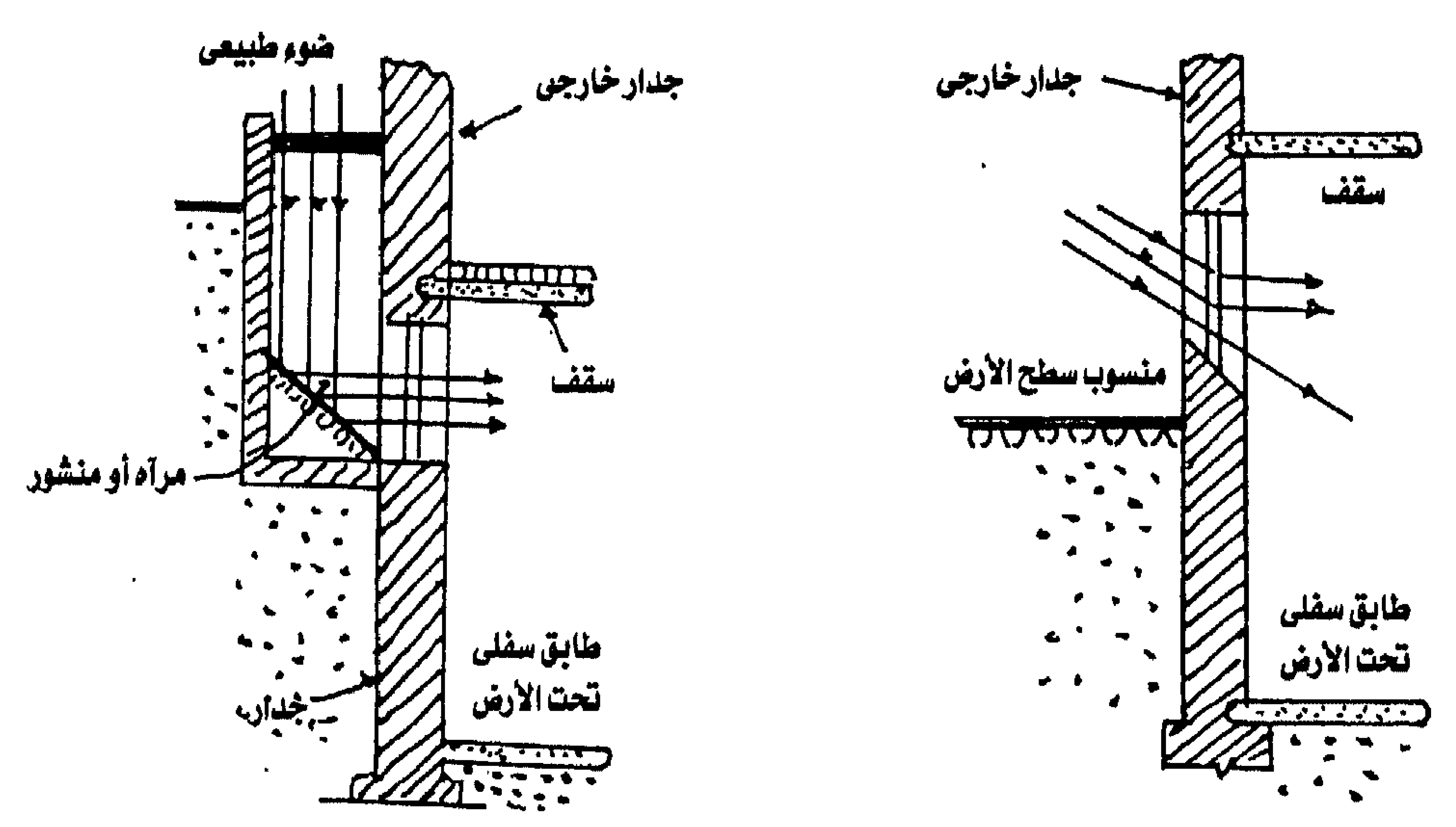
عند وضع النوافذ في المؤسسات أو المبانى المكتبية يجب الحرص نحـو دخـول الضوء بما لا يسبب وهج أو إعاقة فى العمل العادى، هذا ضرورى لأنه فـي حالـة دخول الضوء من الخلف فإن ظل الإنسان سوف يكون في الإمام، إذا كان الضوء يأتى من الجانب الأيمن فإن ظل الإنسان سوف يقع على منضدة الكتابة، إذا كـان الـضوء قدماً من الأمام فإنه سوف يسبب الوهج ويعيق العامل ويزيد من إجهاد العين، كـذلك فإن كثافة الضوء يجب أن تكون مريحة للشخص خلال عمله أى يجـب أن لا تكـون شديدة البريق أو شديدة العتامة.

ضوء الشمس المعكوس: (REFLECTED SUNLIGHT)

عملياً، ليس من الممكن إنشاء مبنى بالطريقة التى يمكن من توفير الضوء الطبيعى مباشرة لكل غرفة، بسبب المبانى المجاورة المرتفعة، كذلك فى البدرومات والغـرف الداخلية الأخرى، يجب عمل بعض الترتيبات للحصول على الـضوء الطبيعـي أمـا مباشرة، أو على الأقل بشكل غير مباشر أو بعكسه. ضـوء الـشمس المعكـوس أو المنتشر يمكن الحصول عليه بطرق مختلفة. إذا كانت حوائط الغرف الخارجيـة ذات الطلاء الأبيض أو بألوان خفيفة، فإن تلك الحوائط سوف تعكس الضوء فـي الغـرف الداخلية، فى حالة المبانى متعددة الطوابق المتلاصقة جنباً إلى جنـب فـإن الـضوء المساعد يمكن الحصول عليه في الأدوار السفلى بالتصميم الجيد للنوافذ التى تعكـسه. فى الدول الأجنبية تستخدم منشورات الإضاءة (Luxfer Prisms) فى المبنى للحـصول على ضوء منعكس الشكل (1/8) يبين بعض من هذه الطـرق فـى حالـة البـدروم وللحصول على الضوء الطبيعى المعكوس توجد طرق مختلفة، بعضها موضـح فـى الشكل رقم (1/9)



شكل رقم (1/8) طرق الحصول على ضوء معكوس



شكل رقم (1/9) طرق الإنارة الطبيعية

ب- الإضاءة الصناعية:

فى المبانى الضخمة ليس من الممكن الحصول على كثافة الضوء اللازمة عند كل نقطة. بالمثل خلال الليل، الجو المملوء بالسحب والغرف المغلقة، فإنه يلزم الإضـــاءة الصناعية فى الماضى كانت تستخدم الشموع ومصابيح الإضاءة، ولكن في هذه الأيام يستخدم الضوء الكهربي في كل مكان.

الفصل الثاني

2

مقاومة الحشرات والقوارض

حدة الصوت، تصحاح الغذاء

Insect and Noise and Food Sanitation

1ـ مقاومة الحشرات والقوارض:

الحشرات هى كائنات حية مجزاة لا فقريات، الأنــواع الناقلــة للأمــراض هــى المفصليات (Arthopods) أو لا فقريات أخرى التى تنقل العدوى بالتلقيح في أو خـلال الغشاء المخاطى للجلد بالعض أو ترسيب مادة معدية على الطعام أو الجلد أو أهـداف أخرى، البعوض والذباب هما من أكبر الكائنات الحا-ملة للأمراض.

ذبابة المنزل هى الأكثر انتشاراً وهى حشرة لا تعض حول عيشة الإنسان خـلال أشهر الصيف الحارة من العام، بينما أنواع الذباب الأخرى تنشر المرض بالحقن خلال العض، الذباب المنزلى ينشر المرض ميكانيكياً، مشاكل الـذباب المنزلـى كمـصدر خطورة على الصحة يمكن خفضه، وذلك في حالة التخلص مـن الفـضلات الآدميـة بانتظام وطرد الذباب من غرفة المرضى ومنعه من الالتصاق مع المخلفات المعدية.

الذبابة المنزلية كحامل للمرض:

الأنثى تضع 250 بيضة فى 25 يوم فى أى مادة متخمرة، متعفنة، أو رطبة خلال 4-12 يوم بعد كامل نموها، طبيعة مخلفات الحيوانـات والطيـور والقمامـة وحمـأة الصرف الصحى والمخلفات الآدمية والخضروات التى تحللت والفاكهة ..الخ كل هـذا يعمل كمكان جيد لتكاثر الذباب فى المناخ الحار، اليرقات تفرخ فى 10-24 ساعة من البيض، وتصبح عذراء فى 4-10 يوم ثم حشرة يافعة فى 3-8 يوم. الذباب يظل عادة خلال 300-1000متـر قريباً من أماكن التكاثر، ولكن الرياح يمكن أن تحمله حتى 20-25 كيلومتر. جسد الحشرة كثيف الشعر والقدم اللزج يمكن أن يحمـل حتـى 600000 كائن حى صغير. الذبابة المنزلية يمكنها حمل البكتريا الممرضة فى جهـاز هـضمها لمدة تصل إلى 4 أسابيع ويمكن أن ينقل إلى الجيل التالى. عند غذائها علـى المـواد القذرة فإن الذبابة تغطى جسمها وأجنحتها وقدمها بالجراثيم. نظراً لأنه من الضرورى للذباب تحويل الغذاء الصلب إلى الشكل السائل. فإنه يفعل ذلك بصب وتقيؤ بعض من السائل الذى سبق ابتلاعه حتى أن المادة الصلبة نسبياً تلين بما يمكن من ابتلاعها.

ولكن نظراً لأن كل السائل الذى تم إخراجه كقئ لا يتم استعادته ثانياً، فإن الذبابة تترك بعض من القئ بالإضافة إلى البكتريا من القدم والإفراز من قناتها الهضمية على الأسطح التى تجلس عليها خلال الطيران من مكان إلى آخر. الذبابة المنزليـة تعمـل كحامل للبكتريا الممرضة مثل الباراتيفويد، حمى التيفويـد، الدوسـنتاريا، الكـوليرا، الأمراض المعدية، الإسهال، الالتهاب الرئوى، شلل الأطفال..الخ.

السيطرة على الذباب: (FLY CONTROL)

المحافظة على كل أماكن الإعاشة فى حالة صحية جيدة هو أول ما يساعد على التحكم فى الذباب. أماكن التكاثر للذباب يجب أن يتم التخلص منها بالنظافة، والعناية الجيدة بمكان الإعاشة واستخدام إجراءات التحكم الصحية..الخ تخزين القمامة والمخلفات الصلبة يجب أن يتم في أوعية صحية مغطاة وتكون قابلة للغسيل من آن إلى آخر كل شئ يجب المحافظة عليه في ظروف صحية، يتم صرف المياه المستخدمة ومياه الصرف في نظام الصرف الصحى، كل المخلفات، الحمأة، الماء الراكد يتم رشه بالكيروسين أو السولار في أماكن التكاثر، يمكن رش DDT، محلول كلوردين..الخ حول أكوام القمامة، حظائر الماشية والدواجن، الخ لمنع مضايقات الذباب. لمنع دخول الذباب المنزل فإنه يتم تجهيز المنزل بشبك سلك للأبواب المزود بزنبرك للقفل الآلى للباب.

البعوضة كحامل للمرض:

تعتبر الملاريا من أهم أمراض البعوض . هذا المرض ينتشر في المناطق المدارية الحارة، والتى تساعد على تكاثر بعوضة الملاريا. البعوضة كحامل للمرض، تحصل أولاً على الطفيل (Parasite) أو الكائن المسبب (Casusative) عند الغذاء على دم الحيوان أو الإنسان المعدى ثم حقنه فى شخص آخر. لذلك، فإن التحكم المؤثر فى البعوض الحامل للمرض يتطلب التخلص من البعوض. الملاريا سببها طفيليات معينة التى تعيش في الشخص الحامل للمرض (المعدى) . البعوضة تصبح معدية عند هضم بعض من الأشكال الجنسية للطفيليات مع دم الشخص الحامل للمرض. بعد فترة التنمية من 10-12 يوم تصل تلك الملاريا أو الكائنات إلى الغدة اللعابية للبعوضة والذى يحقن في دم الإنسان التالى. لذلك، يجب ملاحظة أنه في حالة عدم اكتفاء فترة التنمية فإن البعوضة تصبح غير معدية.

مقاومة البعوض:

قنوات الرى، الأنهار، البرك، البحيرات، إنشاء السدود، مواسير المياه التى بها تسرب والتخلص الغير جيد للصرف الصحى والمخلفات..الخ تلك هى مصادر تكاثر البعوض. إجراءات مقاومة البعوض تشمل طرق إبادة اليرقات (Larvicidal) وطرق ما قبل البلوغ (Anti adult). فى طريقة إبادة اليرقات يتم رش الحفر والصرف بزيت الكيروسين أو الـ DDT، المجارى المائية، صرف الشوارع، الصرف تحت السطح تتم صيانتها، المساحات المنخفضة حيث المياه الآسنه يتم ملئها، العدو الطبيعى للبعوض

مثل الحشرة الرعاشة رباعية الأجنحة (Dragon flies)، الطيور، الخفافيش (Bats) تكل كذلك تدمر البعوض حيث تأكله، يرقاتها ونموها. السمك مفيد كذلك جداً في إبادة اليرقات (Larvicide's). طريقة البالغ (Adult) تشمل رش DDT والمبيدات الأخرى لقتل البعوض ويرقاته.

مقاومة حشرات أخرى:

حشرات أخرى مثل القراد (Tick)، البراغيث (Chigger) القمل، البق، النمل، النمل الأبيض..الخ يتم إبادته كذلك لتحقيق الحياة المريحة وحماية المبنى والأدوات الأخرى المستخدمة. المبيدات الحشرية يمكن استخدامها لمقاومة تلك الحشرات.

مقاومة القوارض: (RODEN CONTOL)

القوارض تشمل الفيران، السنجاب (Squirrel)، السمور (Beaver)، حيوان شائك من القوارض (Porcupine)، الأرانب، الفيران المنزلية والقوارض الأخرى هى الحاملة لجراثيم المرض، البراغيث، القمل، السوس، الطفيليات المعوية..الخ، يسبب انتشارها الكبير والالتصاق مع الإنسان. وهى مسئولة عن تلف وأكل كمية كبيرة من الحبوب فى الحقول والحاصلات الأخرى.

الفيران هى المسئولة عن أمراض حمى التيفوس، الطاعون (Plagnes)، حمى (Rat bite)، يرقان، صعفار(Jaundice)، الدسنتاريا الأميبية، (Trichnosis)..الخ. لعمل المقاومة المؤثرة للفيران، يكون من المهم التعاون الوثيق بين المجتمع والجهة المتخصصة المسئولة. أفضل تصحاح هو بالتخلص من المخلفات بطريقة صحيحة. بالتخلص من الظروف الغير صحيحة (وحفظ الطعامْ والماء) والمأوى فإنه يمكن حل مشكلة الفيران بدرجة كبيرة لأن سلالات الفيران تعتمد أساساً على الغذاء المتاح والماء والمأوى. يجب توفير الغلق الجيد لغطاء أوعية جميع القمامة. فى المنزل يجب حفظ الغذاء والحبوب فى أوعية مغلقة مع كنس وغسيل الأرض لإزالة آثار أو فضلات الطعام. الشموع والمنتجات الشمعية، الصابون، فاكهة الخضروات ومواد الغذاء الأخرى، يجب حفظها بعيداً عن وصول الفيران وذلك فى أوعية مغلقة.

مقاومة الفيران يمكن أن تتم بالتطهير بالتبخير (Fumigation)، ولكن يجب أن يتم فقط فى الأماكن المناسبة له، وهو يستخدم كثيراً للقوارض والديدان. HCN هو أهم غاز مؤثر للتطهير بالتبخير ولكنه شديد السمية للإنسان، لذلك فإنه يتم استخدامه مع الحرص الشديد. سيانيد الكالسيوم عبارة عن مسحوق حبيبى الشكل والذى يمكن ضخه فى حفر الفيران. عند عمل التبخير للمبنى والمساحات الأخرى الداخلية فإنه يتم

الإغلاق المحكم ويتم سد الشقوق. يتم فتح المبنى لمدة لا تقل عن 4 ساعات للتهوية بعد التبخير.

يمكن قتل الفيران بطريقة مؤثرة بالسم. يمكن استخدام الـزرنيخ، (Strychnine)، الفورسفور، كربونات الباريوم..الخ لقتل الفيران. تلك السموم يتم خلطها مع السمك، الحبوب، اللحم، الخبز ووضعها فى أجناب الغرفة. يمكن استخدام الغاز فى حفر ومخابئ الفيران وذلك باستخدام سيانيد الكالسيوم، ثانى أكسيد الكبريت، الكلور، عادم السيارات لقتل الفيران.

2- تصحاح الألبان : (MILK SANITATION)

اللبن غذاء هام والذى يمكن أن يصبح بسهولة مصدراً لانتشار الميكروبات المعدية، نظراً لأنه جيد لتكاثر البكتريا. اللبن يحتوى حوالى 3% بروتين، 4% دهن الزبدة، 5% لاكتوز، والتى هى مسئولة عن نمو البكتريا. الكائنات الدقيقة يمكن أن تأتى إلى اللبن من الهواء، أوعية اللبن، ومن الأبقار والأشخاص الذين يتداولون الألبان، لذلك فإنه يكون من الضرورى أخذ الألبان من الأبقار الصحيحة ووضعه فى أوعية صحيحة وتداوله، بواسطة أشخاص أصحاء. قبل الشرب أو الاستخدام لأغراض أخرى فإن اللبن يجب أن يتم غليه لمدة عشرة دقائق لقتل الكائنات الحية الدقيقة فى حالة وجودها. اللبن يجب حفظه من كل مصادر العدوى الممكنة، أبقار الألبان يجب أن تكون صحيحة وخالية من الأمراض. إيواء البقر يجب أن يكون نظيفاً وخالى من الأتربة ومهوا مع الإجراءات الصحيحة اللازمة. غرفة الألبان يجب أن تنشأ منفصلة. يتم وضع الألبان التى يتم تصفيتها جيداً والماء النقى فى غرفة الألبان، يتم التعقيم الجيد للأدوات المستخدمة فى الألبان. العلب، الزجاجات، المبردات والمعدات الأخرى يتم تعقيمها جيداً قبل استخدامها مع اللبن. اللبن الخام لا يتم تخزينه لمدة طويلة. للمحافظة على اللبن وتجنب العدوى يتم عمل البسترة والتبريد. لقد لوحظ أنه لا يتم وجود مذاق غير مرغوب فى اللبن، إذا تم عمل البسترة عند 72°م ولمدة 15 ثانية. ولكن يجب عمل البسترة فقط فى حالة عدم تجنبها، ذلك لأن هذه العملية تدمر فيتامين (C) الموجود فى اللبن، تبريد اللبن يقلل نمو البتكريا ويحافظ على نوعية اللبن لمدة طويلة. كلما أمكن ذلك يتم وضع اللبن فى التبريد كل الوقت قبل الاستخدام. النشاط الميكروبى يتقدم بمعدل محدد حتى مع أفضل تبريد ويزداد بزيادة عدد الكائنات الدقيقة. اللبن، يمكن كذلك أن يصبح حامض لتفاعل الحامض بسبب البكتريا. عند عدم التحكم فى

التخمر فإن اللبن يصبح فاسداً. نوعية اللبن يتم مراجعتها بواسطة بعض الطرق السريعة. العد الميكروبى يمكن استخدامه لمراجعة حالة اللبن الصحيحة.

انتقال الأمراض بواسطة اللبن: كثيراً من الأمراض من المصدرين الآتيين تنقل خلال اللبن.

(1) المصدر البشرى، والذى يشمل التيفود، الكوليرا، الحمى القرمزية، الدفتريا.

(2) المصدر البقرى والذى يشمل التهاب الثدى (Mastitis)، السل، الحمى المتموجة (Undulant fever)، الأنثراكس (أى مرض الجمرة الخبيثة وهو مرض مهلك من أمراض الماشية).

يكون من الضرورى التصحاح الصحيح للألبان للقضاء على الأمراض التى يمكن أن تنقل خلال اللبن. لقد لوحظ أن الحرص نحو الاهتمام بسلامة الألبان قد ساعد على الحد من الكثير من الأمراض ومنها التيفود والباراتيفود.

التصحاح الغذائى: (FOOD SANITATION)

العاملين فى مجال التصحاح الميكروبى يكونوا مرتبطين أساساً بمنع انتشار الأمراض أكثر من المحافظة على الغذاء. العناصر الخمس الآتية هى المسئولة عن الصحة العامة.

* سموم الحفظ المستخدمة فى حفظ الطعام، التلوين، الغش..الخ، وسموم الحشرات، مخلفات الرش السام (Spray) المتروك على المنضدة.. الخ.

* النباتات السامة أو مواد الغذاء الأخرى التى يمكن أن تدخل فى جسم الإنسان عند تناول طعام اللحوم.

الطفيليات الحيوانية التى يمكن أن تصل إلى جسم الإنسان عند تناول اللحوم أو الأسماك المعدية.

* بكتيريا السل أو التيفود الموجودة فى اللبن، والذى يمكن أن تسبب تسمم الغذاء.

* بعض الكائنات التى يمكن أن تنمو فى الطعام المنتجة لمادة (Toxins).

* المصدر الرئيسى للأخطار على الصحة العامة هو أماكن تناول الطعام الجاهز فى كثير من الأماكن العامة. الغذاء الغير جيد الطهى يمكن أن يساعد على انتشار العديد من الأمراض مثل التيفود، ..الخ.

تسمم الغذاء :

تسمم الغذاء يستخدم عادة لبيان العدوى بسبب تناول الطعام الملوث. تسمم الغـذاء قد يسبب القئ، الإسهال، الأمراض المعوية، آلام البطن..الخ. بعض تسمم الغذاء يكون سببه إفرازات الكائنات الصغيرة قبل الهضم. لقد لوحظ أن الطهى الجيد للطعام يزيـل السموم. كذلك فإن الحفظ الجيد للطعام يمكن أن يزيل مراض الصداع، الوهن..الخ.

المنشآت العامة للطعام والشراب:

المنشآت العامة لتناول الطعام والشراب هى من مصادر نقل العدوى نتيجة تعـدد الاستعمالات للأدوات. والذى يتطلب الغسيل الجيد لتلك الأدوات بعد إزالـة فـضلات الطعام ويستخدم الماء الساخن بدرجة حرارة 40- 45°م مع الصابون أو المنظفـات الصناعية ثم الشطف أخيراً بالماء المحتوى علـى مـواد التطهيـر مثـل مركبـات الكلور..الخ. بعد الغسيل يتم تجفيف الأدوات بصرف المياه بدون التنشيف بالفوط ولكن يمكن باستخدام الفوط الورقية . كما يجب أن يكون مكان تجهيز وحفظ الطعام وكـذلك أماكن تناول الطعام مطابقة للشروط الصحيحة.

الفصل الثالث

3

تلوث الهواء

المصـــــادر والتأثيرات

1. عـــام :

البيئة تتكون من عنصرين وهما عنصر الفيزياء الحيوية والعنــصر الاجتمــاعى الاقتصادى (Biosphere and socio-economic) . كلا هذين العاملين يتم أخـــذهم فـــى الاعتبار عند تناول موضوع تلوث الهواء. من وجهة نظر المرغوبية (Desirability)، فإن أى نشاط يمكن أن يكون له تأثير موجب أو سالب. عند تناول موضوع التغيرات بسبب تلوث الهواء فإنه يجب أن يؤخذ فى الاعتبار البيئة الموجودة. تلوث الهواء لـــه العديد من التأثيرات والتى تعتمد على البيئة. علاقة السبب، الحالة، التأثير لكل ملـــوث من ملوثات الهواء تعتبر أساسية لتقدير تركيز الملوثات عند أى نقطة بسبب المصادر سواء واحدة أو أكثر بغرض تبنى استراتيجية مناسبة للتحكم فـــى التلـــوث ولخفــض تركيزات التلوث، متكافئاً مع معايير نوعية الهواء. التلوث يمكن أن يكـــون مـــصدره نقطة (Point source) أو مساحة (Area source) أو خط (Linesource) وتعيين التركيز قد يكون بسبب الانطلاق الفورى لإنبعاثات ذات حالة ثابتة، انفجار، الانطلاق الطارئ، الانطلاق عند مستوى سطح الأرض أو من مصدر مرتفع.

2. تقييم التأثير البيئى :

يمكن تعريف التأثير بأنه أى تغير فى النظام البيئى الطبيعى، الكيميائى، البيولوجى و/أو الاجتماعى – الاقتصادى والذى يمكن أن يكون بسبب الأنشطة الآدميـــة طبقـــاً لمتغيرات تحت الدراسة لمقابلة حاجة المشروع. الآتى هى الخطوات الرئيسية الشاملة لتقدير وتقييم التأثيرات على بيئة الهواء.

أ- التعرف على تلوث الهواء من المصادر.

ب- نوعية الهواء الطبيعى الأساسية فى المنطقة المستهدفة.

جـــ- تقدير إمكانيات انتشار تلوث الهواء بمساعدة .

- التغير الشهرى لمتوسط أعماق الخلط.
- سرعة الريح
- ارتفاعات الانقلاب
- مدى تلوث الهواء العالى..الخ

د- جمع موجز بيانات الأرصاد الجوية ونمط سقوط الأمطار.

هـــ- معايير نوعية الهواء أو معايير الانبعاثات مع الوقت اللازم لتحقيقها.

و- التعرف على المصادر الرئيسية لتلوث الهواء.

ز- تقييم التأثير بسبب المشروع المعين وكذلك بمختلف الطرق البديلة. ذلك يمكن عمله بحساب الكمية السنوية المقدرة لتلوث الهواء من هذه وتعيين نسبة الزيادة فى المحتوى على المستوى الإقليمى أو المحلى.

ح- تعيين تركيزات مستوى الأرض من ملوثات الهواء من التغيرات طبقاً للظروف المناخية.

الحد من تلوث الهواء بتجديد المناطق

AIR POLLUTION CONTROL BY ZONING

السبب الرئيسى فى مشاكل تلوث الهواء، هو النقص فى الأماكن المناسبة خلال التحضر والتمدين السريع. فيما يعد بالنسبة لأى تخطيط أو إجراءات متصلة بالسكان فإن التخطيط مع النمو الحضرى والصناعى العشوائى يكون مكلف. لذلك فإن مشكلة تلوث الهواء يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند عمل التخطيط المستقبلى للمدينة أو التجمع السكنى. الاعتبار الرئيسى الهام لمثل هذا التخطيط هو لتعيين المنطقة الصناعية مناطق التجمع (Cumulative zoning) فى الماضى نتج عنها وفرة ضعيفة فى الأراضى للصناعات. هذا النظام تم تطويره حالياً "كنظام متساهل" أو مجيز. ولكن هذا النظام نتج عنه كذلك حشد المناطق الصناعية مع استخدامات أخرى بجانب الصناعة. النظام التالى خلاف ذلك هو نظام حصر المناطق (Exclusive Zoning system). هذا النوع من التخطيط الذى يوفر الاستخدام المتوافق لكل منطقة، باستثناء كل الاستخدامات الأخرى. فى هذا النظام يتم توفير المناطق الصناعية المناسبة ولذلك لا توجد مشكلة تلوث الهواء.

التعيين التالى للمناطق الصناعية يمكن أن يكون طبقاً لأدائها. هذا النظام يعرف بتعيين المناطق للأداء القياسى.

الصناعات وتصنيف مساحاتها:

أ- المجموعة (1) : وهى الصناعات متناهية الصغر ذات المنتجات المتعددة وذات الاتصال الوثيق بالمدن.

ب- المجموعة (1): وهى الصناعات الصغيرة التى تحتاج إلى مساحات أقل من الأراضى ولكن مهمة بالإنتاج الفنى والإبداعى وهذه الصناعة يمكن وضعها خلال المدن، نظراً لأن آثارها الضارة على البيئة قليلة جداً.

جـ- المجموعة (3): الصناعات الكبيرة ذات عدد قليل نسبياً من العمليات ولها علاقة عن بعد بالمساحات السكنية المركزية للمدن. تلك الصناعات لها تأثير كبير على

البيئة، لذلك يجب وضعها على مسافة لا قل عن 3 كيلو متر بعيداً عن المناطق السكنية للأهالى.

عند عمل التقسيم لصناعات بطريقة علمية فإنه يتم مراعاة العوامل الأربع التالية:

1. مساحة المصنع، بما فيها مساحة المرور (متر مربع/ العامل).
2. عدد العمال فى المصنع.
3. وزن المواد المطلوب نقلها لكل عامل/ العام.
4. المسافة التى خلالها الأذى الناتج يزيد عن الحدود المقررة. تلك التقسيمات مبينة على عرض المناطق العازلة اللازمة لتجنب الأذى من هذه الصناعات عادة المنطقة العازلة تتراوح ما بين 300 متر للصناعات الخفيفة والصناعات الثقيلة يكون عرض المنطقة العازلة من 600-1500 متر. وفى حالة المفرقعات تزيد عن 2000 متر.

الفصل الرابع

4

مصادر تلوث الهواء وتأثيراتها

1ـ عـــام :

جو الأرض له حدود معينة. التصنيع والتمدين نتج عنه انطلاق ملوثات غازية إلى الجو. الغازات الملوثة العادية فى جو المدن هى غاز ثانى أكسيد الكربون، ثانى أكسيد الكبريت، أول أكسيد الكربون، أكاسيد النيتروجين، الهيـــدروكربونات..الـــخ. ولكـــن لظروف خاصة يمكن اعتبار ثانى أكسيد الكربون ليس من بين الملوثات وذلك لـــدورة فى التمثيل الضوئى للنباتات الخضراء.

2ـ مكونات وبناء الغلاف الجوى:

الخطوة الأولى الضرورية نحو تلوث الهواء والتحكم فيه هى معرفة مكونات وبناء الغلاف الجوى. الكتلة الكلية لكل غاز فى الغلاف الجوى موضحة فى الجدول (4/1). كميات مختلفة لمعظم هذه الغازات يمكن أن توجد فى كل من الطبقات الأربع الرئيسية للغلاف الجوى.

1- التروبوسفير.
2- الاستراتوسفير.
3- الميزوسفير.
4- الثيرموسفير.

فى التروبوسفير يوجد الهواء الذى نستخدمه للتنفس، يتكون بالحجم مـــن حـــوالى 78% نيتروجين، 20% أكسجين، 1% أرجون، 0.03 ثانى أكسيد الكربون.

جدول (4/1) تركيز غازات الغلاف الجوى

فى الهواء الجاف النظيف عند مستوى سطح الأرض

م	الغاز	التركيز جزء فى المليون بالحجم	نسبة التركيز بالحجم%
1	نيتروجين	270000	0.004 ± 78.09
2	أكسجين	209500	0.002 ± 20.946
3	أرجون	9300	0.001 ± 0.934
4	CO_2	320	0.001 ± 0.033
5	Ne	18	0.0018
6	هيليوم	52	-
7	CH_4	15	-
8	كريتون	1.0	-

9	H_2	0.5	.	–
10	N_2O	0.2		–
11	CO	0.1		–
12	Xe	0.08		–
13	O_3	0.02	.	–
14	NO_2	0.001		–
15	NH3	0.006		–

3- مصادر تلوث الهواء:

مصادر تلوث الهواء إما أن تكون طبيعية أو من صنع الإنسان.

المصادر الطبيعية:

الغلاف الجوى السفلى للأرض يمتد إلى حوالى 13 كيلو متر فوق سطح الأرض. المصدر الطبيعى قد ساهم فى تكوين الغلاف الجوى للأرض. فى الغلاف الجوى السفلى، تضاف المواد باستمرار خلال الأنشطة البشرية. بالإضافة إلى بخار الماء، فإن مكونات مختلف الغازات ذات الأصل الطبيعى تلوث كذلك الجو. هذه المكونات الغازية تشمل أكاسيد النيتروجين من العواصف أو الصواعق الكهربية Electrical storms، فلويد الهيدروجين، كلوريد الهيدروجين من الاضطرابات البركانية، ثانى أكسيد الكبريت، كبريتد الهيدروجين من تسرب الغازات الطبيعية الحامضية من البراكين أو من نشاط البكتريا المختزلة للكبريت (Sulphide Bactrian) والأوزون المتكون بالطريقة الكيماوية الضوئية (Photo chemically) أو بالتفريغ الكهربى. الغبار والأيروسولات (Aerosols) من الأصل الطبيعى الموجود فى الجو يتكون من جسيمات ملحية من مياه البحر، نويات التكثف، الجسيمات التى يحملها الهواء من التربة والنباتات، الغبار الجوى (Dust of Meteorics)، جراثيم البكتريا، حبيبات اللقاح (Pollen). تركيز مثل هذه المواد يكون أقل من واحد جزء فى المليون للغازات والقليل من الميكروجرامات فى المتر المكعب للجسيمات.

خلال موسم نمو النباتات يوجد عدد كبير من الجسيمات المختلفة فى الجو فوق الأرض. تلك الجسيمات تتكون من حبوب اللقاح، الكائنات الحية الصغيرة والحشرات. حبوب اللقاح هذه تعرف بالمسبب الاستهداف الهوائى (Aero Allergens) وتدخل الغلاف الجوى من الأشجار، الحشائش والأعشاب. حبيبات حبوب اللقاح مثل العشب الضار الخشن (Rag weeds)، تسبب حمى الكلأ المجفف (Hay fever)، وتفاعلات

مفرطة الحساسية (Allergic) أخرى فى الأشخاص ذوى الحساسية، حبوب اللقاح تنقل من مكان إلي آخر بفعل تيارات الهواء ولمجال حوالى 5-50متر. الكائنات الحية الدقيقة الموجودة فى الهواء الجوى التى تتكون من الطحالب، الفطريات، الخمائر، الجراثيم، صدأ الحبوب (Rusts) والبكتريا. باستثناء الطحالب فإن كل الكائنات الحية الدقيقة يمكن أن تنقل بواسطة الرياح إلى مسافات بعيدة وأن تلوث (تعدى) النباتات، والحيوانات والإنسان.

المصادر الطبيعية المشعة: (RADIOACTIVE NATURAL SOURCES)

هذه يمكن أن تساهم في النشاط الإشعاعى للغلاف الجوى، تتكون من المواد المشعة فى القشرة الأرضية وتأثير الأشعة الكونية من الفضاء الخارجى على المكونات الغازية للغلاف الجوى . العناصر المشعة التى توجد في الصخور النارية والتربة تكون مشتقة من ثلاث مجموعات وهى سلسلة اليورانيوم (U^{238})، سلسلة الثوريوم (Th^{232})، وسلسلة الأكتينيوم (U^{235}). الغازات المشعة التى تساهم أساساً في النشاط الإشعاعى للغلاف الجوى تتكون من الرادون والثورون (Radon and Thoron) تلك الغازات مشتقة من نويات الراديوم (Ra^{226})، (Ra^{228}).

التفاعل الجوى (ATMOSHPERIC REACTION)

في الغلاف الجوى السفلى، تحدث تفاعلات كيميائية طبيعية والتى تحول الغازات أو الأبخرة إلى منتجات صلبة وسائلة بالأكسدة، والاتحاد، التكثف. وبآلية البلمرة، في الغلاف الجوى العلوى يمكن للتفاعلات الكيمائية الضوئية (Photo chemical) أن تحدث التكسير للجزئيات المعقدة بامتصاص الإشعاع الشمسى من الأشعة فوق البنفسجية عالية الطاقة والأكسدة الناتجة تحدث تفاعلات ذرية (Atomic) وذات التسلسل للشق الحر (Free Radical). معظم H_2S المنطلق في الجو يأتى من المصادر الطبيعية، والذى يقدر بحوالى 300 مليون طن في العام.

مركبات الكبريت الأخرى، تشمل السلفيدات العضوية (Sulphides) والمكونات الكبريتية التى تشكل كميات انبعاث صغيرة.

غاز ثانى أكسيد الكربون المنطلق من كل أشكال الحياة خلال عمليات التنفس يتم استغلاله بواسطة النباتات الخضراء خلال عملية التمثيل الضوئى، (Photosynthesis). زيادة الاستهلاك للوقود الكربونى لتوفير الحرارة والطاقة للأنشطة البشرية أطلقت كذلك كميات ضخمة من ثانى أكسيد الكربون فى الجو. البحر يكون خزان طبيعى يحتوى حوالى 60 ضعف زيادة من ثانى أكسيد الكربون عن الموجود في الغلاف

الجوى. لقد قدر أن 200 مليون طن فى العام من CO_2 تضاف في الجو بواسطة كل المصادر، التلوث الإجمالى يسبب ثانى أكسيد الكربون يمكن أن يكون غير نشط نسبياً ويمكن أن يتراكم كذلك بمعدل حوالى 0.03 جزء في المليون كل عام. أكاسيد النيتروجين التى تصرف في الجو من احتراق الوقود ومن العمليات الصناعية تكون عالية النشاط الكيماوى وتكون منتجات ذات عمر قصير نسبياً.

المصادر بفعل الإنسان (MAN MADE SOURCES)

في المناطق الحضرية، المصادر الرئيسية للتلوث هى نواتج احتراق الوقود في المنازل. مثل الفحم، الغازات والغازات العادمة من السيارات والمصادر الهامة لتلوث الهواء في منطقة معينة توجد كذلك في الأنشطة الصناعية المتصلة بصهر المعادن الغير حديدية وتصنيعها، صناعة الحديد والصلب، تكرير البترول، العمليات الكيماوية والبتروكيماوية وصناعة الورق ولب الورق وكثيراً من الصناعات الأخرى. توجد مشاكل جديدة لتلوث الهواء يوم بعد يوم مع زيادة كثافة وحدة النمو السريع للسكان والأنشطة الصناعية.

مع زيادة الاستخدام للوقود ومصادر الجسيمات الأخرى فإن حمل المواد الصلبة فى الغلاف الجوى سوف يسبب مشكلة مستمرة، الجسيمات الأكبر سوف ترسب سريعاً من الجو بفعل الجاذبية وتتجمع فوق سطح الأرض. توزيع سقوط الغبار في المدن هو دلالة مفيدة لكمية الغبار المترسب من انبعاثات المداخن. معظم الجسيمات المتجمعة بهذه الطريقة تكون أكبر من 20–40 مليمتر. فى معظم الأماكن الملوثة كمية مثل هذا الغبار يمكن أن تكون 50–100طن/كيلومتر المربع في الشهر.

ثاني أكسيد الكبريت SO_2:

محطات الطاقة الحرارية هى أكبر منتج لانبعاثات ثانى أكسيد الكبريت حيث تساهم بحوالى 40% من الانبعاثات الكلية، في العالم الاحتراق الكلى للفحم ومنتجات البترول لإنتاج الطاقة يزيد عن 18 مليون طن من SO_2 إلى الجو وهذا يشكل 80% من إجمالى الانبعاثات، في الواقع فإن مشكلة تلوث الهواء بواسطة SO_2 هى من المشاكل الرئيسية لتلوث الهواء في العالم.

أكاسيد النيتروجين:

تنتج أكاسيد النتروجين من احتراق الوقود. لقد قرر أن حوالى 18 مليون طن من أكاسيد النتروجين تضاف كل عام إلى الجو. من بين هذه الكمية 46% ينتج من

محركات السيارات. 25% من محطات توليد الكهرباء، 17% من الصناعة، 9% من المساكن، والباقى 3% من الأنشطة التجارية، بطريقة أخرى 64% من احتراق زيوت الوقود والبنزين، 26% من احتراق الفحم، والباقى 10% من استخدامات الغاز الطبيعى، تلوث الهواء بأكاسيد النتروجين يزداد يوماً بعد يوم بسبب الزيادة المستمرة فى عدد السيارات ومحطات الطاقة والأنشطة الصناعية. توجد حاجة عاجلة للحد من أكاسيد النتروجين، وخاصة بالنظر إلى أنشطتها الكيميائية الضئوية (Photochemical).

أول أكسيد الكربون:

عادم السيارات وحرق الفحم هما المصادر الرئيسية لأول أكسيد الكربون، لقد قدر أن حوالى 460 مليون طن من أول أكسيد الكربون يتم حرقها في الجو كل عام، ومن بين هذه الكمية 99.5% يكون بواسطة وسائل النقل فقط.

تقسيم ملوثات الهواء:

كل الملوثات يمكن تقسيمها طبقاً للأصل، المكونات الكيماوية وحالة المادة.

1- التقسيم طبقاً للأصل:

طبقاً لمصدر ملوثات الهواء، فإنها تنقسم إلى مجموعتين (أ) ملوثات الهواء الأولية، (ب) ملوثات الهواء الثنائية.

(أ) ملوثات الهواء الأولية: ملوثات الهواء هذه تنبعث مباشرة إلى الجو وتوجد فى الشكل الذى انبعثت به وتسمى ملوثات الهواء الأولية، مثل ثانى أكسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين (NO_x) والهيدروكاربونات، وأول أكسيد الكربون..الخ.

(ب) ملوثات الهواء الثنائية، تلك الملوثات تتكون في الجو نتيجة للتفاعل الكيميائى الضوئى أو التحلل المائى (Hyolrolysis) أو الأكسدة، الأوزون (O_3)، Per Oxy butyl Nitrate, Peroxyacetyl Nitrate .. الخ.

2 التقسيم طبقاً للمكونات الكيماوية:

الملوثات سواء الأولية أو الثنائية، يمكن تقسيمها طبقاً لمكوناتها الكيماوية إلى العضوية والغير عضوية.

أ- الملوثات العضوية:

الملوثات العضوية تحتوى على الكربون والهيدروجين وعناصر أخرى مثل No_2، N_2، الفوسفور، الكبريت، من بين ملوثات الهواء العضوية كذلك الألدهايدز، كيتونز، الإيثرز، الكحولات، ومركبات الكبريت العضوية.

ب- الملوثات الغير عضوية:

ملوثات الهواء الغير عضوية توجد في الجو الملوثات وتشمل CO، CO_2، الكربونات، الكبريتات، النترات، O_3، فلوريد الهيدروجين وكلوريد الهيدروجين.

3- التقسيم طبقاً لحالة المادة:

يمكن تقسيم الملوثات إلى جسيمية (Particulate) أو غازية.

أ- الملوثات الجسيمية:

الملوثات الجسيمية هى دقائق المواد الصلبة أو السائلة، وهذه تشمل الغبار، الدخان، الرماد، الضباب، الرش (Spray). في الظروف العادية، الملوثات الجسيمية ترسب من الجو إلى سطح الأرض.

ب- الملوثات الغازية:

الملوثات الغازية هى موائع لا شكل لها التى تشغل تماماً الفراغ التى انطلقت فيه وتسلك مثل الهواء ولا ترسب. من بين الملوثات الغازية العادية أكاسيد الكربون، أكاسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين، الهيدروكاربون، والمؤكسدات.

وحدة القياس لملوثات الهواء:

للتوحيد، فقد أوصت وكالة حماية البيئة (EPA) الوحدات الآتية لقياس الجسيمات والملوثات الغازية. الجسيمات تسقط أو الغبار يسقط، ويتم القياس بالمليجرام/سم^2/الفترة الزمنية (ملجرام/سم$^{-2}$شهر أو عام) فى تدوين عدد الجسيمات يعطى كعدد الجيسمات في المتر المكعب من مليون جسيم من الغاز فى المتر المكعب القياس للجسيمات العالقة والملوثات الغازية يعطى على أساس الكتلة/ وحدة الحجم. مثل ميكروجرام/م^3 أو مليجرام/م^3.

تأثيرات تلوث الهواء:

تأثيرات تلوث الهواء يمكن تقسيمها كالآتى:

أ- التأثير على النباتات:

ب- التأثير على الصحة العامة للإنسان.

جـ- التأثير على الخواص الطبيعية للغلاف الجوى.

د- التأثيرات البيولوجية.

التأثير على النباتات:

النباتات الحساسة تتلف بشدة بفعل غاز SO_2 على هذا التأثير يظهر كذلك بفعل التأثيرات المنخفضة للأوزون، وأكاسيد النيتروجين.

التأثير على الصحة العامة للإنسان:

في الأجواء المتوسطة والارتفاعات المنخفضة، لوحظ زيادة العرضة للموت في التجمعات السكانية العامة فى الدول الأوربية، عند زيادة (SO_2) ومركبات الكبريت عن 500 جرام/ المتر المكعب لمدة 24 ساعة. هذه الزيادة تم ملاحظتها بين المجموعات الحساسة من السكان للمرضى بأمراض القلب وأمراض الرئة. كذلك فإن نسبة المرضى بين السكان زادت بعد التركيز SO_2 لحوالى 500 جرام في المتر المكعب و200 جرام دخان فى المتر المكعب متزامنين فى وقت واحد لمدة 24 ساعة. وفى الهند أظهرت الدراسات أن أمراض التنفس ظهرت أعراضها عند زيادة SO_2، والتركيز لكلى للجسيمات عن 100جرام/ المتر المكعب مع 50% من السكان، وعند درجات الحرارة العالية ظهرت حالات ضعف الرؤية.

مازال حتى الآن العلاقة بين السبب والتأثير لكل من SO_2 والجسيمات العالقة لم يتم تقنينها، لذلك فإن SO_2 والدخان المصاحب والجسيمات العالقة تم اعتبارهم مؤشرات وليس ملوثات مسببة لتأثير معين.

أول أكسيد الكربون:

محركات الاحتراق الداخلى بالوقود البترولى، ومحركات العمليات الصناعية حيث حالات عدم الاحتراق الكامل للوقود الكربونى، تدخين التبغ (4% CO)، أدوات التدفئة المنزلية والاستخدام المنزلى هى المصادر الرئيسية لأول أكسيد الكربون. أول أكسيد الكربون يتحد مع هيموجلوبين الدم عند استنشاقه ويعيق وصول الأكسجين إلى الأنسجة، ولكن محتوى الدم من كاربوكسى هيموجلوبين يتوقف على محتوى الهواء المستنشق من أول أكسيد الكربون، زمن التعرض ونشاط الشخص المستنشق، لقد أثبتت التجارب أن 20% من مستوى تشبع كاربوكسى هيموجلوبين للدم قد يسبب ظهور الأعراض ويعيق الأداء، لقد ثبت حدوث حالات الصداع الإرهاق والوهن إذا زاد التشبع عن 10% من CO، والذى يؤثر كذلك على نظام عضلات القلب وأنسجة التنفس.

ثانى أكسيد النتروجين:

في المناطق حيث التركيز العالى لــ(No_2) ظهرت حالات مرضى الجهاز التنفسى بين الأطفال، حدث هذا عند زيادة متوسط منسوب NO_2 عن 190 جرام/ المتر المكعب.

المؤكسدات الفوتوكيماوية (Photo chemical Oxidants) المؤكسدات الفوتوكيماوية أو الضوئية الكيماوية ذات المستوى 500 جرام على المتر المكعب (0.25 جزء في المليون) تم توقيع حالات مرضى الربو. لقد أظهر الرياضيون انخفاض الأداء عند مستويات أكسدة أعلا من 200 جرام/ المتر المكعب (0.1 جزء في المليون). ملوثات غازية أخرى مثل NO_x، CO والجسيمات العالقة لم تظهر تأثيرات. المؤكسدات الفوتوكيماوية تسبب الحساسية للعين، والأنف والحنجرة.

التأثرات على الخواص الطبيعية للغلاف الجوى:

ضعف الرؤية هى العلامة الأولى لتلوث الهواء، فهى الظاهرة العادية في المناطق الحضرية التى تؤثر على الإشعاع الشمسى، تزداد حالات الضباب في المناطق حيث الهواء الملوث، كذلك فإن نويات التكثف تتغير، التأثيرات الطبيعة لتلوث الهواء يمكن تقسيمها كالآتى:

* التأثير على الرؤية.
* التأثير على الغلاف الجوى وحالة الجو.
* التأثير على المكونات الجوية.

أ- التأثير على الرؤية:

قياس الرؤية السائدة هو عمل قياسى خاص بالأرصاد الجوية كثيراً من العوامل يمكن أن تؤثر على الرؤية والتسجيل كل ساعة بالنسبة للميل التشريعى (وهو الميل الإنجليزى الذى يعادل 1760 ياردة) عند المحطات الأرضية، عملياً يتم المحافظة على التسجيلات عند أجزاء الهواء والمحافظة على التجاوز المطلوب عند استخدام البيان لدراسات تلوث الهواء والتى تعيقها المناطق الحضرية المزدحمة، يتم ذكر الاختلاف بين الرؤية المسجلة والرؤية في اتجاه معين تحديداً. نظراً لأن الرؤية قد تقل بسبب عاصفة الغبار أو الأمطار..الخ فإنه يتم ذكر هذا كذلك، بسبب زاوية الشمس فإن ملاحظة الرؤية فى المساحات الملوثة أظهرت تغيرات اتجاه قوية، فى اتجاه الشمس، تكون الرؤية أقل، بسبب انتشار الضوء بسبب الجسيمات فى الهواء الملوث، عوامل

أرصادية أخرى تؤثر على الرؤية وهى الانعكاس الحـــراري (Inversion) أى زيـــادة درجة الحرارة بالارتفاع عن سطح الأرض)، ارتفاع وسرعة الرياح، وجود جسيمات ماصة للرطوبة والرطوبة النسبية.

الرؤية تتوقف على انتقال الضوء خلال الغلاف الجوى وقدرة العين على تمييـــز الغرض حيث تقارن مع الخلفية، انخفاض الرؤية فى منطقة ملوثة يرتبط بحجم وتركيز والخواص الطبيعية لجسيمات الملوثات الموجودة لقد لوحظ أن المواد الصلبة والسائلة عند حملها بالهواء فإنها تعمل على تشتت وامتصاص الضوء.

القدرة على الرؤية تتوقف على:

* طبيعة جسيمات المواد فى الهواء المجاور.

أحيانا يتوقع رؤية أفضل خلال العواصف الشديدة حيث قد توفر التخفيف، ولكن إذا كانت الرياح الشديدة تثير الغبار فإنها تقلل الرؤية، لقد لوحظ أنه في حالات الرطوبـــة العالية ولكن غير مشبعة فإن الجسيمات المحبة للرطوبة تلتقط الرطوبة وتزيـــد مـــن الحجم وتؤثر على الرؤية.

ب- التأثير على الجو الحضرى وظروف المناخ:

تلوث الهواء في المناطق الحضرية يكون بسبب الدخان، الغبـــار، الإيروســـولات الأخرى، المتعلقة بالضباب، السحب والترسيب، لقد أظهرت التجارب أن المدينة يمكن أن تصبح ذات كثافة سحب أكبر نسبة 10-15%، 100% زيادة فـــى الـــضباب فـــى الشتاء، ويمكن أن تزيد الترسيبات بنسبة 5-10%، بسبب تلوث الهواء فإن الإشـــعاع الشمسى ينخفض بنسبة 30%.

في المناطق الحضرية يستمر الضباب لمدة أطول مقارنة بالتخوم، الـــضباب فـــي الهواء الملوث يكون به نقاط مياه مع مواد كيماوية مذابة، التى تحافظ علـــى الطبيعـــة السائلة للنقاط عند حالات عدم التشبع.

لقد أظهرت الأبحاث أن:

* كثافة الضباب فى وقت التكوين الأولى تزداد مع زيادة تركيـــز النويـــات مـــن 1000/سم^3 إلى 7000/سم^3.

* تزداد فترة بقاء الضباب باستمرار مع زيادة تركيز النويات.

ونظراً لأن آلية تكوين المطر شديدة التعقيد ولا يمكن تحقيقها معملياً ودراستها بدلالة تغيير المعايير. لذلك يكون من الصعب إيجاد علاقة بين تلوث الهواء والترسيب، فى نظام السحاب، يكون من الضرورى أن تنمو نقاط السحاب بالتدريج لحين أن تكون كبيرة بما يمكنها من السقوط بعيداً عن السحاب نفسها. ملوثات الهواء يمكن أن تضيف إلى نويات التكثف لنظام السحاب.

جـ- تأثير مكونات الغلاف الجوى:

ثانى أكسيد الكربون فى الجو هو المصدر الرئيسى للكربون العضوى فى المحيط الحيوى (Biosphere) منذ عام 1900 لوحظ وجود زيادة مضطرة فى ثانى أكسيد الكربون فى الجو بسبب الاحتراق، ولقد قدر أن CO_2 هذا كان العامل المسئول عن ارتفاع درجة الحرارة وبسببه زيادة امتصاص الأشعة تحت الحمراء بواسطة ثانى أكسيد الكربون.

تأثير المواد:

تلوث الهواء يتلف المواد من خلال خمسة طرق.

1- الاحتكاك. 2- الترسيب والإزالة. 3- العدوانية الكيماوية المباشرة. 4- العدوانية الكيماوية الغير مباشرة. 5- التآكل.

تلوث الهواء هو المسئول مباشرة عن الخسارة الاقتصادية فى المناطق الحضرية، التلف الجوى للمواد يكون بسبب الرطوبة، درجة الحرارة، ضوء الشمس، حركة الهواء ووضع المواد.

الجدول (4/2) يبين تأثير تلوث الهواء على المواد:

م	المادة	ملوثات الهواء	عوامل أخرى	التأثير على المواد
1	مواد البناء	SO_2، الغازات الحامضية، والجسيمات الملتصقة	الرطوبة	تغيير اللون
2	المعادن	SO_2، الغازات الحامضية	الرطوبة، درجة الحرارة	فقد المعدن وعيوب سطحية
3	المنسوجات	S_xO_x, الغازات الحامضية	الرطوبة ضوء الشمس	انخفاض قوة الشد
4	المطاط	المؤكسدات	ضوء الشمس	
5	الطلاءات	HS_2, SO_2 والجسيمات	الرطوبة الفطريات	تغير اللون
6	الورق	SO_2، الغازات الحامضية	ضوء الشمس	الهشاشة وسهولة التمزق

الفصل الخامس

5

استراتيجية الحد من تلوث الهواء وتقنياتها

1. عـــام :

التحكم فى تلوث الهواء يعتبر مهمة شديدة التحدى والمغامرة مع اعتبـــار تنـــوع المشاكل بالنسبة لعدد الملوثات وكمياتها فى الغاز المنبعث، والنقاط التى عندها تحدث تلك الانبعاثات بدون الانتباه أو بالانتباه والتغير فى نوعية وكمية الانبعـــاث لمختلـــف العمليات، الصناعات،..الخ. انبعاثات الملوثات فى الجو يمكن خفضه بواسطة:

1. إقامة معدات تحكم مكلفة.
2. التغير أو التطوير المناسب في المواد الخام، وفى نظام العمل فى العمليات الصناعية.

الطريقة الثانية مؤثرة أكثر من معدات التحكم أو الصرف خلال المداخن..الخ.

الطريقة الثانية هذه تعرف بطريقة "منع التلوث من المنبع" الميزة الرئيـــسية هـــى خفض التكاليف الرأسمالية وتكاليف الصيانة لمعدات التحكم المكلفة.

قبل تبنى هذه الطريقة والبدء فيها فإنه يجب عمل المباحث الآتية:

1. ما هى المصادر الرئيسية للمدخلات التى تسبب وجود الملوثات؟
2. كمية المنتج التى سوف تتأثر بالتغير المقترح؟
3. ما إذا كان التغير الجديد اقتصادياً، إذا كان كذلك فلأى حد؟
4. إذا كان من الممكن إدخال التغيرات المقترحة فى الوحدات الموجودة؟

مشكلة تلوث الهواء يجب دراستها بإتقان وبحث البدائل والمتغيرات على أســـاس التقييم الصحيح يمكن خفض مستوى التركيز.

تبنى تقنية تحكم معينة يتوقف إلى حد كبير على كمية المواد التى يجب تـــداولها، طاقة المصنع، العمليات المستخدمة فى المصنع، مواصفات المنتج، طبقاً لمخططـــات التنقية، عمليات التشغيل والصيانة، والتحليل الاقتصادى.

التغير فى المواد الخام:

انبعاث الملوث يمكن خفضه باستبدال المواد الخام أو طبيعتها الكيماوية. الانبعاث قد يكون بسبب وجود مكونات غير أساسية فى المادة الخام، التـــى يمكـــن أن تكـــون المصدر الرئيسى للتلوث. مثل تلك المكونات الغير أساسية يمكن أبعادها قبل اســـتخدام المادة الخام فى العملية. لخفض تركيز الملوثات الضارة، فإن المـــادة الخـــام يمكـــن استبدالها بمادة أخرى. هذا التغير قد يطلق ملوث آخر قد يكون أقل أذى.

1- باستخدام راتنجات ترسب على البارد للمطاط فى صناعة فرش الطلاء كبديل لإضافة الكبريت، هذا يقلل من الرائحة.

2- باستخدام البترول بدون رصاص لخفض محتوى الرصاص فى الهواء الجوى.

3- استخدام وقود منخفض المحتوى من الكبريت بدلاً من الوقود ذو المحتوى العالى من الكبريت لخفض انبعاثات SO_2.

4- يمكن استخدام أملاح اليوريت (Borate Salts) بدلاً من عنصر الكبريت.

5- مركب خفض درجة حرارة الانصهار من البوكسايت (Bauxite Flux) يمكن استخدامه بدلاً من مادة فلورسبار (Flourspar) المحتوية على الفلور.

تغيير العملية (PROCESS CHANGE):

يمكن خفض تلوث الهواء بتغيير العمليات الصناعية، وذلك بطرق جديدة مطورة كثيراً من الصناعات، خاصة صناعة التكرير وإنتاج الطاقة قامت بتغيير وتطوير عملياتها لخفض انبعاث الملوثات إلى أدنى حد.

الأمثلة الآتية توضح عملية التغيير لخفض تلوث الهواء.

1. خفض الهواء الزائد من 15% إلى 1% عند حرق الوقود الحفرى لخفض أكسدة SO_2 إلى SO_3 هذه العملية تحد من تكوين H_2SO_4 ولكن يمكن أن تزيد من إنتاج السناج.
2. تبنى الاحتراق على مرحلتين لخفض انبعاث NO_2.
3. استخدام طبقة التميؤ للاحتراق فى الغلايات. فى هذه العملية درجة حرارة اللهب المنخفضة سوف تقلل من تكوين NO_2.
4. لخفض H_2S، SO_2 حالياً تستخدم مصانع التكرير طريقة كلاوس أو الجمع بين طريقة كلاوس، ستريفورد، والتى تنتج عنصر الكبريت كمنتج ثانوى.
5. إعادة تدوير الغازات التى لا تتكثف لتفاعلات إضافية، مثل البلمرة، الألكة (Alkylation) للهيدروكربونات.
6. المواد المتطايرة يمكن خفضها بالتكثيف وإعادة استخدام الأبخرة.
7. في عملية لب ورق الكرافت (Kraft pulp) (وهو لب الشجر المعالج بكبريتات الكالسيوم)، يمكن التخلص من الرائحة، عند حرق السائل الأسود بطريقة الاحتراق المناسبة.

8. البدء في استخدام الفرن الكهربى بدلاً من فرن المجمرة المكشوفة فى صناعات الصلب.

تقسيم مصادر التلوث:

1. معظم الملوثين فى القطاع الثابت المنظم.
2. الملوثين المتحركين من السيارات فى القطاع المتحرك.
3. كل المصادر بما فيها المصادر المنزلية.
4. قانون حماية البيئة الصادر عام 1986 قد أضاف المواد الخطرة كإضافة صنف جديد، حيث تداوله، توزيعه، وتصنيعه يتطلب الحرص والحذر. تلك المواد قد تشمل الهيدروكربونات (الغازات، المذيبات، المواد الوسيطة، المفرقعات، الغازات والسوائل المضغوطة في أوعية التخزين، المواد السامة، الخ) طبقاً لهذا القانون.

نوع ومستويات انبعاثات التلوث وتقنيات التحكم تختلف للأصناف الأربع السابق ذكرها، الصناعات المجدولة تشمل مصانع الأسمنت، محطات الطاقة الحرارية، الصناعات الكيماوية والصناعات المرتبطة بها..الخ. فى حالة مثل هذه الصناعات، الآلية الرئيسية للتحكم في التلوث تكون خلال موافقة مثل هذه الموافقة سوف توصف بوضوح أى معدة أو أجهزة يلزم إقامتها وتشغيلها أو المعدة/ الأجهزة الممنوع تشغيلها وبذا يمكن التحكم في التلوث خلال الاختيار الصحيح لتقنيات العملية مع معدة أى إزالة للتلوث.

أنواع الانبعاثات:

توجد أربع أنواع من الانبعاثات التى توجد فى المصنع وهى:

1. الانبعاث الغير محكم أو الهائم.
2. الانبعاث في حالة التحكم الثابت.
3. الانبعاث العابر والزائل (Transient).
4. الانبعاث الطارئ.

الانبعاث خلال التسرب من الوصلات التالفه أو المدمره، والفنلجات، والمحابس والفتحات خلال انتقال المادة والطاقة، إعادة التدوير والتعبئة أو إزالة المنتج والتخزين تأتى تحت الصنف الأول من الانبعاثات الغير محكمة أو الهائمة.

خلال العمل العادى للمصنع، الانبعاث المتوجه خلال المدخنة يسمى انبعاث الحالة المستقرة (Steady state Emission) . أثناء عملية البدء والتوقف للمصانع، تكون الانبعاثات عادة ثقيلة وتظل فقط لفترة زمنية قصيرة . هذا يسمى الانبعاث العابر، لأن كمية الانبعاث تتغير مع الوقت. بسبب الأخطاء الكبيرة فى واحد أو أكثر من معدة العملية أو بسبب الحوادث، الانبعاثات الثقيلة قد تتغير طبقاً لطاقة طاقم التشغيل والصيانة فى إيقاف الخطأ أو معادلة السمية وشدة الانبعاث. هذا الانبعاث يأتى تحت التصنيف الرابع.

كما قد يبدو واضحاً الأنواع الأولى والرابع من الانبعاث تكون شديدة الخطورة لكل من عمال المصنع والعامة خارج حدود المصنع، هذا يمكن كذلك أن يتلف المادة، النبات، الشجر، والثروة الحيوانية، زيادة السمية للماء قد تعرض الكائنات المائية للخطر كذلك.

خلال حالة الاستقرار للتحكم في الانبعاث أو الانبعاثات العابر تكون العمالة آمنة ومن يصاب بآثار ضارة هم من خارج المصنع.

لذلك يكون من الضرورى وجود بيان تفصيلى كامل لكل ملوثات الانبعاث لتوفير الميزان المادى بهدف تقييم التأثير التراكمى على البيئة داخل وخارج حدود المصنع واتخاذ الإجراءات المناسبة للتعامل مع الحالات السيئة.

طرق مقاومة التلوث:

وهذه تشمل المقاومة من المصدر أو إزالة الملوثات.

1- إجراءات المقاومة من المصدر:

إجراءات المقاومة من المنبع يمكن استخدامها لكل من الانبعاثات الغير محكمة أو الهائمة والانبعاثات المحكمة. رغم أن الانبعاثات الغير محكمة يمكن أن تساهم بجزء كبير لحمل التلوث الكلى، إلا أنه لم يتم الانتباه الكافى نحو الانبعاثات الغير محكمة حتى قريباً. كما سبق شرحه الانبعاثات الغير محكمة تترك آثارها خلال مساحة محدودة فى حدود مساحة المصنع ولكن الانبعاثات الغير محدودة مثل التسرب من خطوط المواسير، الأفراد..الخ. عند مستوى أعلا من الأرض قد تؤثر على مساحات قريبة من المصنع كذلك، هذا النوع من الانبعاثات يكون عادة كبيراً فى مصانع الأسمنت، وفى أبراج التحبيب لمصانع اليوريا ومصانع الأسمدة الفوسفاتية. التعبئة والتحميل وساحات التخزين هى كذلك مصدر الانبعاثات الغير محكمة. هذا الحال يمكن مشاهدته فى صناعات الأسمنت، صناعات تداول المواد، مصانع الأسمدة الفوسفاتية،

ووحدات تخزين ونقل المواد البترولية ومشتقاتها، لمثل هذا الانبعاثات الطريقة الوحيدة لاحتوائها خلال العمل الجيد ونظام الصيانة خلال التغطية، التهوية وطـرق الـسحب بالمص (Suction) والتوجيه نحو مواسير الصرف للتحكم فى الانبعاثـات أو لجمعهـا بطريقة مناسبة لحرقها فى أفران أو حرقها فى مداخن عالية، لذلك فإن التنظيم الداخلى قد يؤدى إلى احتواء كبير للانبعاثات الغير محكمة.

فى حالة إجراءات التحكم فى الانبعاثاثة المحكمة (No-Fugitive) فإن الطريقة يمكن تطويرها بالطرق:

أ- خفض إنتاج الملوثات.

ب- استخدام الملوثات في العملية بزيادة استخدامها (تحويلها) بكفاءة.

جـ- الملوث المنتج له صفات تسهل إزالته من الغاز بسهولة.

د- الملوث يشكل منتج ثانوى الذى يسهل التخلص منه أو له قيمة تجارية.

هـ- إجمالى تدفق التيار الخارج (الغاز الحامل + الملوث) يتم خفضه وبذا خفض تكلفة المعالجة، إذا كان إجراء التحكم فى المصدر يتحول إلى نظام زيادة كفاءة الطاقة، فإن كفاءة الإجراء المستخدم تزداد.

مثال (1):

طريقة سولفى (Solvay Process) لصناعة الصودا آش ظهرت لاستبدال طريقـة (LeBlanc Process) التى كانت مصدر تلوث مزعج للهواء ولكن طريقة سولفي حولت مشكلة تلوث الهواء إلى تلوث الماء حيث تركت $CaCl_2$ ليرسب في الماء، وبذا تلويث المجرى المائى، تطوير بسيط لهذه العملية حل هذه المشكلة لإنتاج CaO, HCL بدلاً من $CaCl_2$ ومخطط التفاعل الجديد هو:

$$H_2O + 2\ NaCl + CaCo_3 \rightarrow Na_2Co_3 + 2\ HCl\ (\text{غاز})$$

$$+\ CaO\ (\text{صلب})$$

بدلاً من

$2NoCl + CaCo_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CaCl_2$ فى عملية سولفى لذلك مشكلة التلوث يـتم حلها، إذا تم احتجاز غاز HCl بشكل مؤثر.

مثال (2):

من خلال تحسين كفاءة التحويل لـSO_2 إلى SO_3 فى مصنع حامض الكبريتيك باستخدام عملية جديدة تسمى (DCDA – Double catalyst Double Absortion) لـيس فقط خفض انبعاث SO_2 ولكن استهلاك الكبريت لكل طن من H_2SO_4 تم خفضه.

إجراءات إزالة الملوث:

مع الاستخدام المؤثر لمعدة مقاومة التلوث، فإن الملوثات يمكن خفضها إلى الحدود المسموح بها لانبعاثات المدخنة، تلك المعدة يمكن استخدامها فى المصانع الجديدة وحتى فى القديمة لتحقيق مستويات الانبعاث المقررة، مثل:

1- استخدام مانع الضباب لاستعادة ضباب الحامض كما فى حالة استعادة ضباب H_2SO_4 من خلال المنجنيز الإليكتروليتى.

2- استخدام الغسيل الرطب المؤثر لاستعادة SO_2 من غازات المدخنة من محطات الطاقة والأفران المستخدمة لحرق الوقود بما يقال من حمل الجسيمات لغاز المدخنة.

3- استخدام الغسيل الرطب المؤثر لاستعادة الفلور فى شكل (H_2SiF_6) من مصنع سماد الفوسفات.

إجراءات الحد من التلوث يمكن استخدامها للمصانع المقامة أو الجديدة طبيعى فى حالة التحكم في التلوث، تقسم الملوثات طبقاً لطبيعتها أما الغازية أو فى شكل جسيمات، لذلك فإن طرق التحكم المقترحة لانبعاثات التلوث تنطبق لكل من حالتى الملوثات أو كليهما معاً. وذلك طبقاً للطرق الآتية:

(1) الاستخدام لكل أشكال الانبعاث:

أ- تغيير مواصفات المنتج و أو المواد الخام.

ب- تغيير نظام الإنتاج.

جـ- احتواء الانبعاث وذلك من خلال

- احتواء مصدر الانبعاثات.
- التحكم واستعادة الانبعاثات فى نظام صرف صناعى.

2- فصل الملوثات من تيار الغاز الخارج وذلك بغسيل الملوث بسائل الغسيل (Liquid Scrubbing).

3- فصل الملوثات من التيار الخارج (Effluent).

* بالجاذبية.
* بقوة الطرد المركزى.
* بالترسيب الكهروستاتيكي.

إزالة الملوثات من الجسيمات من الغاز:

مادة الجسيمات فى الغازات المنبعثة من المصانع تتغير ما بين ذات الحجم الصغير بقطر 0.01 ميكروميتر (كما فى حالة الدخان) إلى الحجم الكبير حتى 10^3 ميكرون (كما فى حالة غبار الأسمنت أو رزاز نقاط السائل). الجسيمات ذات القطر الأكبر من 10 ميكرومتر تسمى الجسيمات الكبيرة وتلك أصغر من 10 ميكرومتر تسمى الجسيمات الدقيقة، حجم الحبيبات والكثافة هما العوامل الهامة فى طرق إزالة الجسيمات.

ديناميكا الجسيمات (PARTICLE DYNAMICS)

يلاحظ عادة أن الجسيمات الأثقل (أو ذات الحجم الأكبر)، كانت سرعة ترسيبها أعلا طبقاً لحجم الجسيمات، فإن حركة الجسم سوف تؤثر على آلية الإزالة.

القوى الكهروستاتيكية: (ELECTROSTATIC FORCES)

بسبب عملية التأين الطبيعية أو الصناعية تصبح الجسيمات حاملة للشحنة، الجسيمات ذات نفس نوع الشحنة تسمى (Unipolar) وتلك ذات الشحنات المتعاكسة تسمى (Bipolar) اختلاف شحنة الجسيمات يزيد احتمالات التصادم وبالتالى معدل التزعيب. الشحنات المختلفة لها ميل التصاق أو انجذاب والشحنات المتماثلة لها ميل تنافر.

لقد وجد أنه بالنسبة للجسيمات الصغيرة جداً أن قوى الجاذبية وقوى الشحنة الكهربائية وقوى حركة براونيان هى ذات نفس المقدار، لذلك للإزالة المؤثرة للجسيمات، فإنه التفاعل، العلاقات المتداخلة ومقدار تلك القوى الذى سوف يحدد اختيار طريقة عملية الإزالة والمعدة المستخدمة.

معدة إزالة الغبار (DUST REMOVAL EQUIPMENT)

تنقسم معدة إزالة الغبار إلى النوع الجاف والنوع الرطب.

معدة إزالة الغبار الجافة:

فى هذه المعدة تحدث إزالة للجسيمات فى الحالة الجافة، بدون استخدام عامل بلل مثل نقاط الماء، ولكن، بسبب انسداد المعدة بمادة الجسيمات تؤخذ احتياطات خاصة عند التصميم لتأمين عمل المعدة. نظم فصل الغاز الجافة عادة تعمل طبقاً لمبادئ قوى الفصل الأربع ولذلك فإن المعدة المستخدمة تصنف كالآتى:

* الفصل بقوة الجاذبية.
* الفصل بقوة القصور الذاتى.
* الفصل بقوة الالتصاق.
* الفصل بالقوة الكهربية.

غرف الترسيب الطبيعى هى أمثلة النوع الأول، أجهزة الفصل بالطرد المركزى وألواح الإعاقة Baffles هى مثال للنوع الثانى، حيث قوة الطرد المركزى والقصور الذاتى يعملا على الجسيمات والتى تنفصل من تدفق الغاز الرئيسى، مرشح الكيس هى مثال للنوع الثالث حيث يحدث الجمع بسبب انتشار وتقاطع الجسيمات وارتطامها على سطح النسيج. آلية الانتشار تسود عندما يكون قطر الحبيبات أقل من 0.2 ميكرومتر.

الترسيب الكهروستاتيكى هو المثال للنوع الرابع حيث قوة الجذب الكهروستاتيكية بين الجسيمات ذات الشحنات المختلفة والأقطاب يتم استخدامها لجمع الجسيمات على قضيب الجمع وعزلهم عن تيار الغاز.

معدة الجمع الرطب للغبار:

هنا يتم اقتناص الحبيبات بواسطة نقاط السائل التى يتم إدخالها فى تيار الغاز، ولكن مشكلة تلوث الهواء تتحول فى هذه الحالة إلى تلوث للماء. فى أجهزة الغسيل (Scrubbers) هذه آلية الجمع تكون تصادم القصور الذاتى (Inertial Impaction)، التقاطع (Interception) الانتشار (Diffusion).

أجهزة الغسيل المستخدمة عادة هى غرف الرش، الغسيل بالطرد المركزى أو السيلكون، لوح التصادم، طبقة الحشو فى جهاز الغسيل، جهاز الفنشورى، أحياناً يستخدم غسيل النافورة (Jet) أو أجهزة الغسيل بالطبقة المتحركة.

إزالة الملوثات الغازية:

الملوثات الغازية يمكن إزالتها من تدفقات الغاز العادم بالطرق الطبيعية والطرق الكيميائية.

الطرق الطبيعية:

إزالة الملوثات قد يكون أما لمجرى سائل (بالامتصاص) أو لمجال صلب (الإدمصاص). تلك العمليات تتضمن إعادة تجديد المجال السائل أو الصلب طبقاً لما هو متاح وقيمة السائل أو الصلب.

المستخدم عادة هو الإدمصاص الكيماوى (Chemosorbtion) والامتصاص الكيماوى، مواد الإدمصاص المستخدمة يجب أن تكون رخيصة التكاليف، ويسهل توفيرها وانتقائية للملوثات، كما يجب أن يكون لها مساحة سطحية ضخمة للمسام. في الامتصاص الكيماوى كذلك يجب أن يكون المذيب غير مكلف ومتاح وانتقائى للملوثات، المذيبات يجب أن تكون ذات تفاعل عكسى لتسهيل عملية إعادة التجديد.

الطرق الكيميائية:

هذه تغطى الانتقال الكيماوى للملوثات باستخدام تحولات تحفيزية أولا تحفيزية (Catalytic Noncatalytic) التحولات التحفيزية تتم عادة عند درجات حرارة منخفضة 400-500°م بينما العمليات الغير تحفيزية تحدث عند درجات حرارة عالية 700-1000°م. العمليات التحفيزية عند درجات الحرارة المنخفضة تكون مفضلة للملوثات الغير عضوية مثل SO_x، NO_x، الملوثات العضوية يتم عادة حرقها.

تشتت وانتشار ملوثات الهواء:

الملوثات الغازية لا يمكن خفضها إلى مستوى الصفر في الانبعاثات بسبب التكلفة العالية لذلك فإنه يسمح لكمية معينة من الملوثات لتنطلق فى الجو خلال المدخنة، تلك الكمية من الملوثات التى يسمح بإطلاقها تكون مبنية على قدرة الانتشار للجو وقدرة تحول الملوثات فى البيئة. هذا التشتت يتوقف على معايير الأرصاد الجوية، درجة حرارة، سرعة المدخنة، كمية الانبعاثات وطبوغرافية وارتفاع المدخنة.

الفصل السادس

6

إزالة الجسيمات وانبعاثات الغاز

1ـ إزالة الجسيمات وانبعاثات الغاز :ـ

يدخل الغلاف الجوى أنواع مختلفة من الجسيمات والانبعاثات الغازية من مختلف أنواع الصناعات، للتحكم فى دخول تلك المواد فى الجو تستخدم أنواع مختلفة من الأجهزة كالآتى:

تجهيزات جمع الغبار:

طبقاً لكفاءة الجمع، طريقة العمل والإمكانيات فإن تجهيزات تجميع الغبار تنقسم إلى الأنواع الثلاث الآتية:

* أجهزة الفصل الداخلى (Internal Separators).
* تجهيزة الجمع الرطب (Wet Collection).
* أجهزة الترسيب الكهروستاتيكية (Electrostatic)

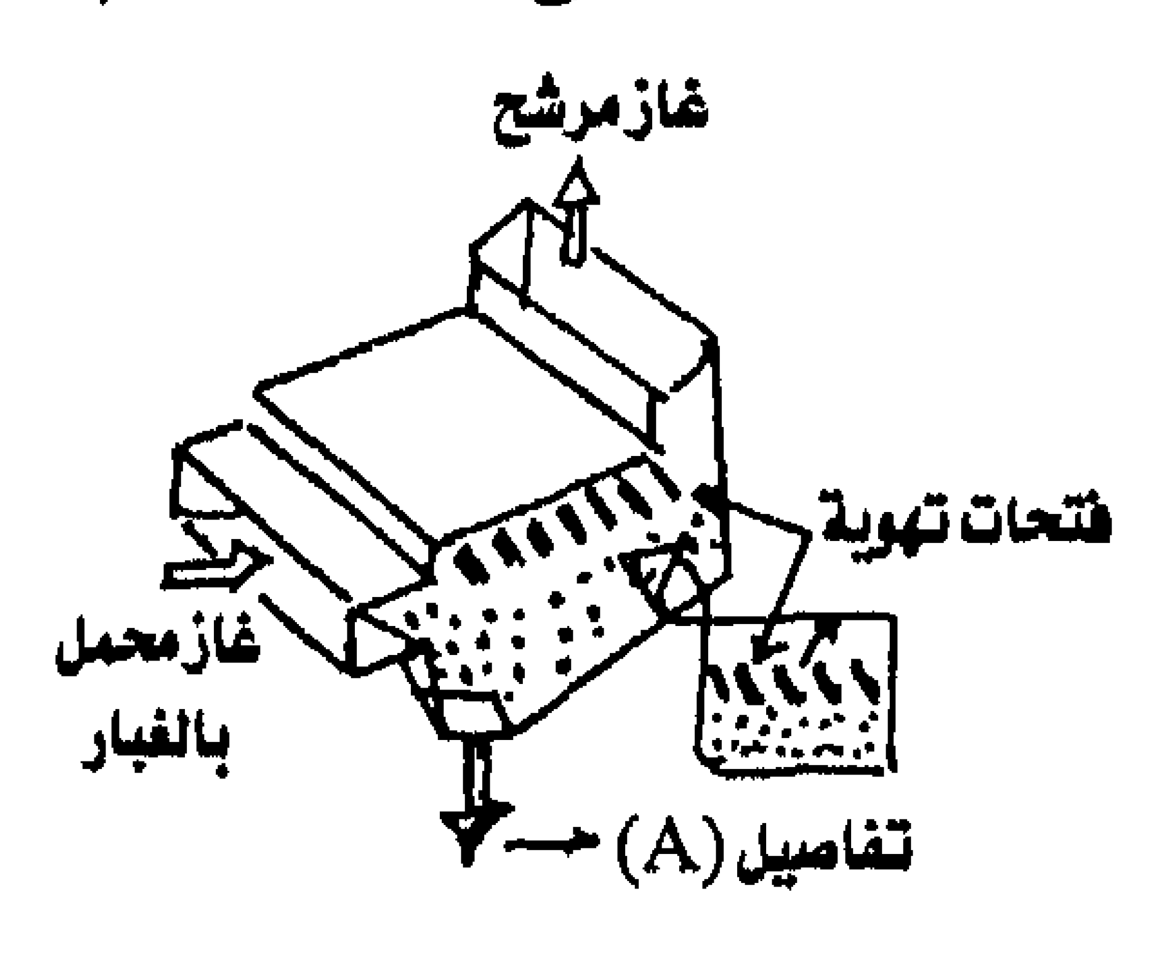
2ـ أجهزة الفصل الداخلى:

تصنع أجهزة الفصل الداخلى لجمع الغبار فى أشكال مختلفة الأنواع المستخدمة عادة هى كالآتى:

* مجمعات تغيير الاتجاه.
* المرشحات النسيجية.
* غرفة الترسيب بالجاذبية.
* السيكلون (الطرد المركزى).

أ- مجمعات تغيير الاتجاه (Louvercollectors)

عند التغير المفاجئ لاتجاه تدفق الغاز، بسبب القصور الذاتى الكبير لجسيمات الغبار، فإنه لا يمكنها التغير المفاجئ فى الاتجاه حيث ترسب. هذا المبدأ يستخدم فى فصل الغبار فى جهاز تغيير الاتجاه الموضح فى الشكل (6/1).



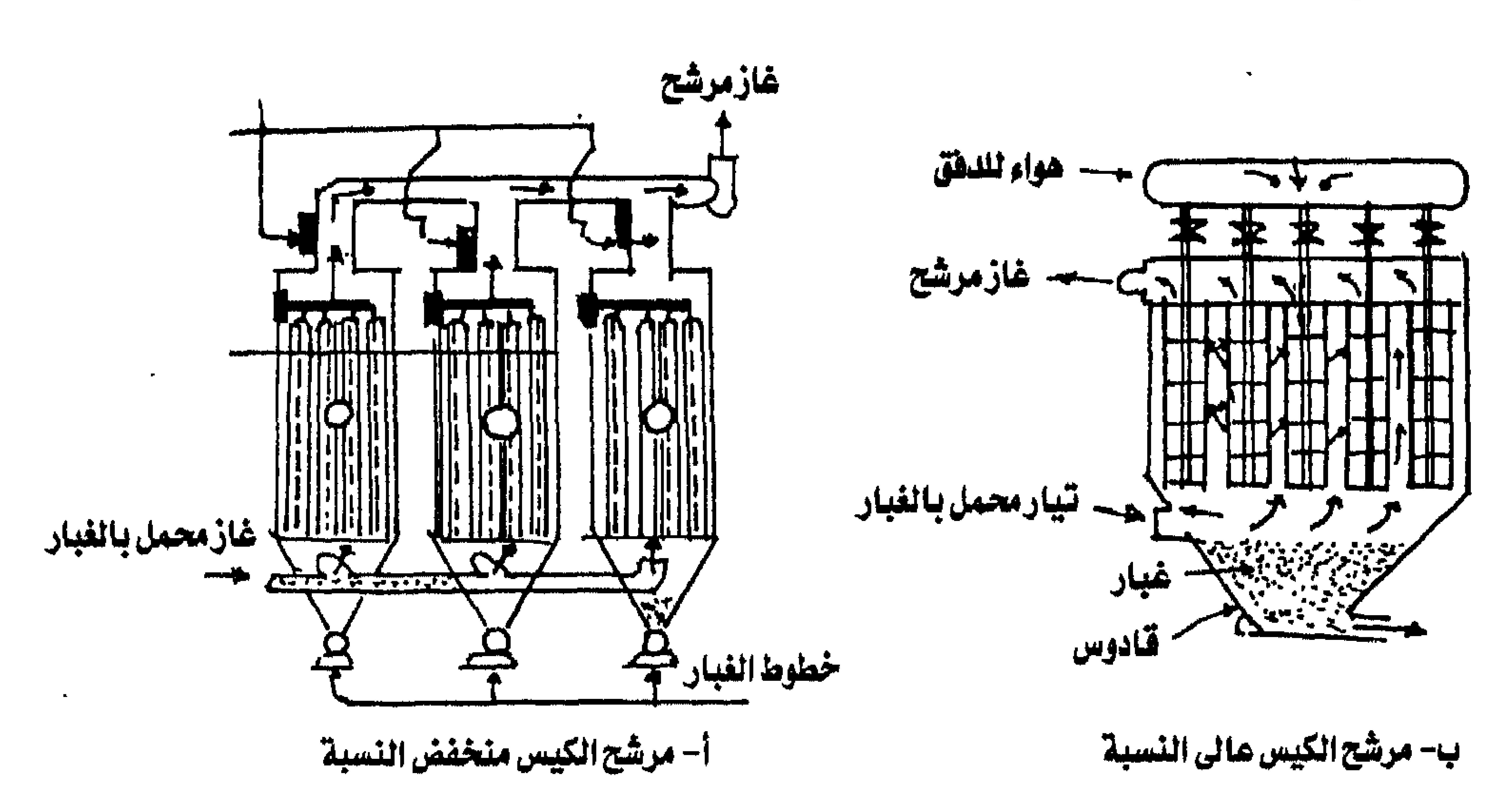
شكل (6/1) مجمع فتحات التهوية

هذا النوع من أجهزة فصل الغبار يتكون أساساً من العديد من الريش موضوعة بزوايا لاتجاه مسار الغاز، الريش توضع لأحداث تغير حاد وسريع في الاتجاه لمسار الغازّ. عند نقطة تغيير الاتجاه تسقط جسيمات الغبار وتجمع فى طبقة قاع المجمع.

ب- المرشحات من النسيج:

عند مرور الغاز الحامل للغابر على سطح النسيج فإن المسار (Divrges) ينحرف ولكن جسيمات الغبار حتى قطر 0.01 ميكرومتر تلتصق بالنسيج.

الشكل (6/2) يبين مرشح الكيس (Beg Filter). فى هذا المرشح يدخل الغاز المحمل بالغبار خلال القاع، حيث تسقط الجسيمات الثقيلة بفعل قوة الجاذبية. ترسب الجسيمات على السطح الداخلى للنسيج. حيث الغاز يمر خلاله، لنظافة كيس النسيج يتم دفع الهواء المضغوط فى الاتجاه المعاكس. فى أحد الصفوف المستخدمة فى جمع الغبار، بينما الصف الآخر يكون فى النظافة. الأكياس يمكن كذلك أن تتم معاملتها أما بالاهتزاز أو النبض.



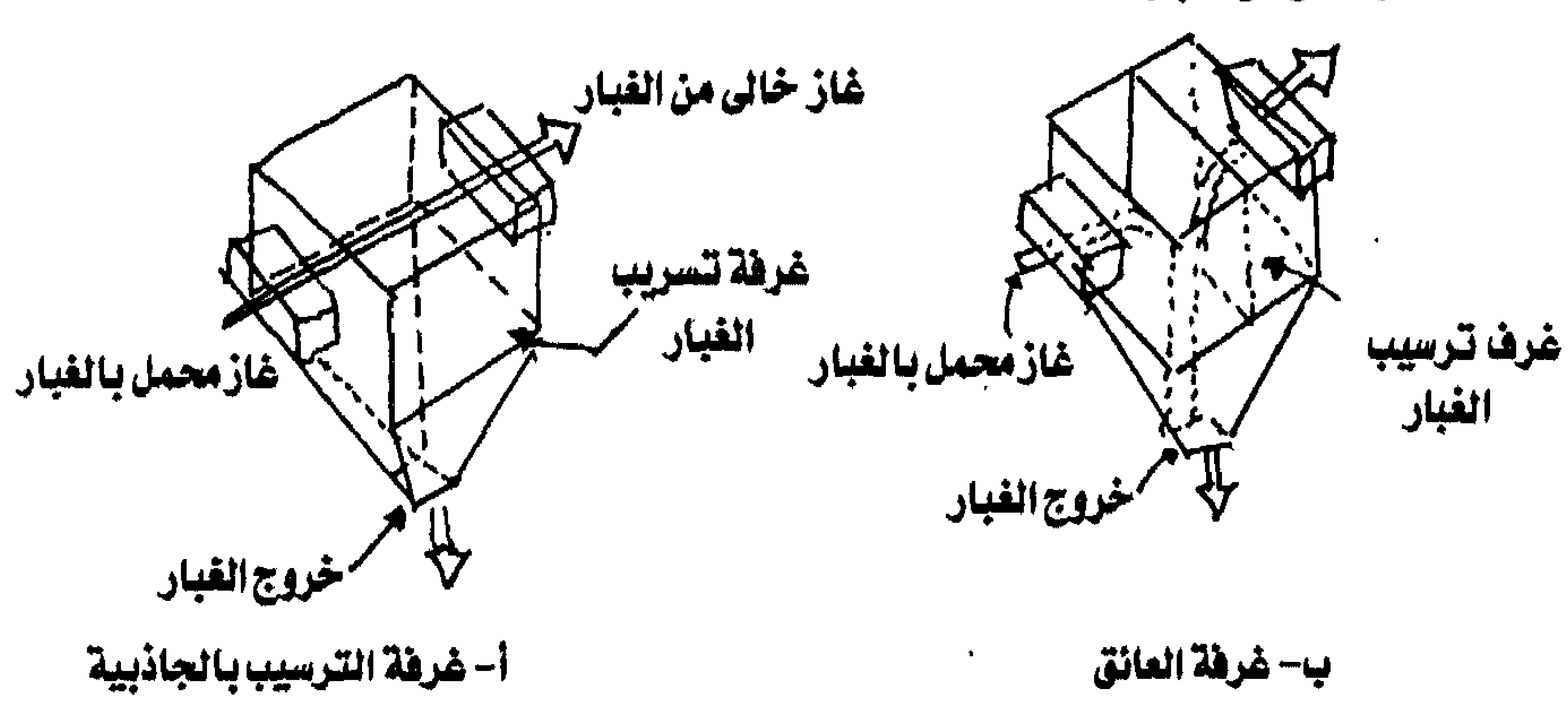
شكل (6/2) مرشح الكيس

الجدول (6/1) يوضح أنواع المرشحات وحدود درجة حرارة الاستخدام:

م	نوع النسيج	الاسم التجاري	أقصى درجة حرارة للاستخدام
1	بولى أميد (طويل التسلسل)	نايلون	120°م
2	Polyacrylonitrile	Microtain	130°م
3	Polyster	Dacron	130°م
4	Polytetraflouraethylene	Teflon	230°م
5	Poly amide (Aromatic)	Nomex	230°م
6	الصوف الزجاجى	الصوف الزجاجي	300°م
7	القطن	القطن	80°م
8	الصوف	الصوف	93°م

جـ- غرف الترسيب بالجاذبية:

الشكل (6/3) يبين غرف الترسيب بالجاذبية، وهذه تتكون أساساً من غرفة مغلقة، حيث سرعة الغاز المحمل بالغبار تقل بدرجة كبيرة بما يسمح لجسيمات الغبار بالترسيب بفعل قوة الجاذبية.



شكل (6/3) غرفة الترسيب بالجاذبية

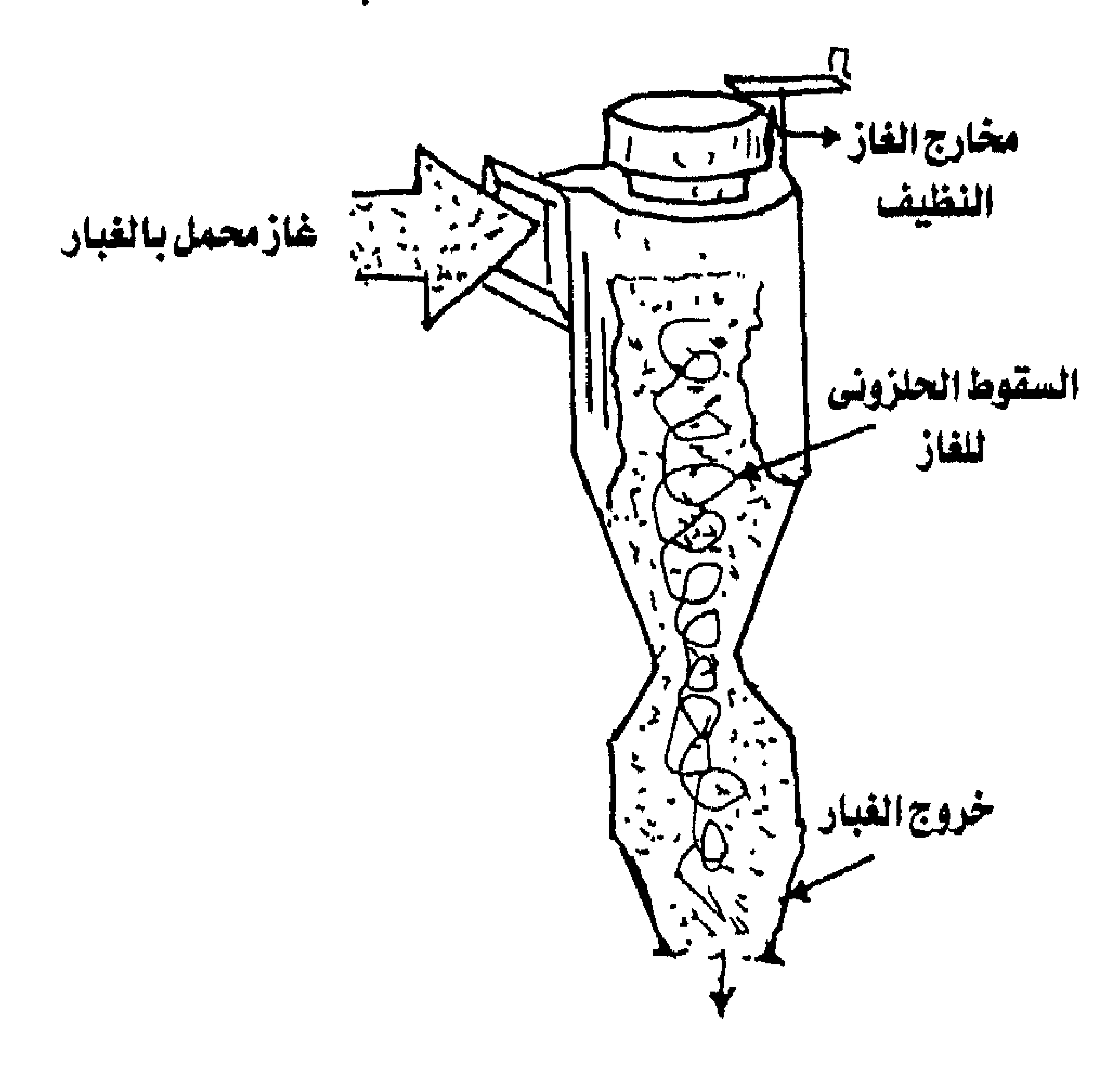
فى هذه الغرف السرعة الأفقية للغاز يجب أن تكون منخفضة ما أمكن، لضمان ظروف أقصى ترسيب ولكن عملياً يتم المحافظة على سرعة الغاز ما بين 0.3 إلى

3متر فى الثانية ليمكن فقط للجسيمات الكبيرة ذات قطر أكبر من 40 ميكرومتر أن تزال بهذه الغرف.

جـ- السيكلون : (Cyclone)

الشكل (6/4) يبين مخطط لسيكلون إزالة جسيمات الغبار من الهواء، السيكلون يعمل بمبدأ فصل الجسيمات من الغاز بتحويل سرعة الغاز الداخل إلى دوامة مضاعفة (Double Vortex). الغاز الداخل يسير فى المسار الحلزونى إلى أسفل على السطح الداخلى ثم يسير فى مسار حلزونى إلى أعلا عند الجزء المركزى للسيكلون، بسبب القصور الذاتى لجسميات الغبار فإنها تميل إلى التركيز على سطح جدار السيكلون. حيث يتم تحويلها إلى المستقبل، وهذه ذات تكلفة منخفضة ومناسبة لجسيمات الغبار الجافة بقطر من 10-40 . ميكرومتر تزداد كفاءة السيكلون بزيادة الآتى:

* سرعة دخول الغاز المحمل بالغبار.
* قطر جسيم الغبار وكثافته.
* تركيز الغبار فى الغاز الحامل.
* نعومة الجدار الداخلى للسيكلون.



شكل (6/4) الحلزون

تجهيزات الجمع الرطب: تشمل الآتى:

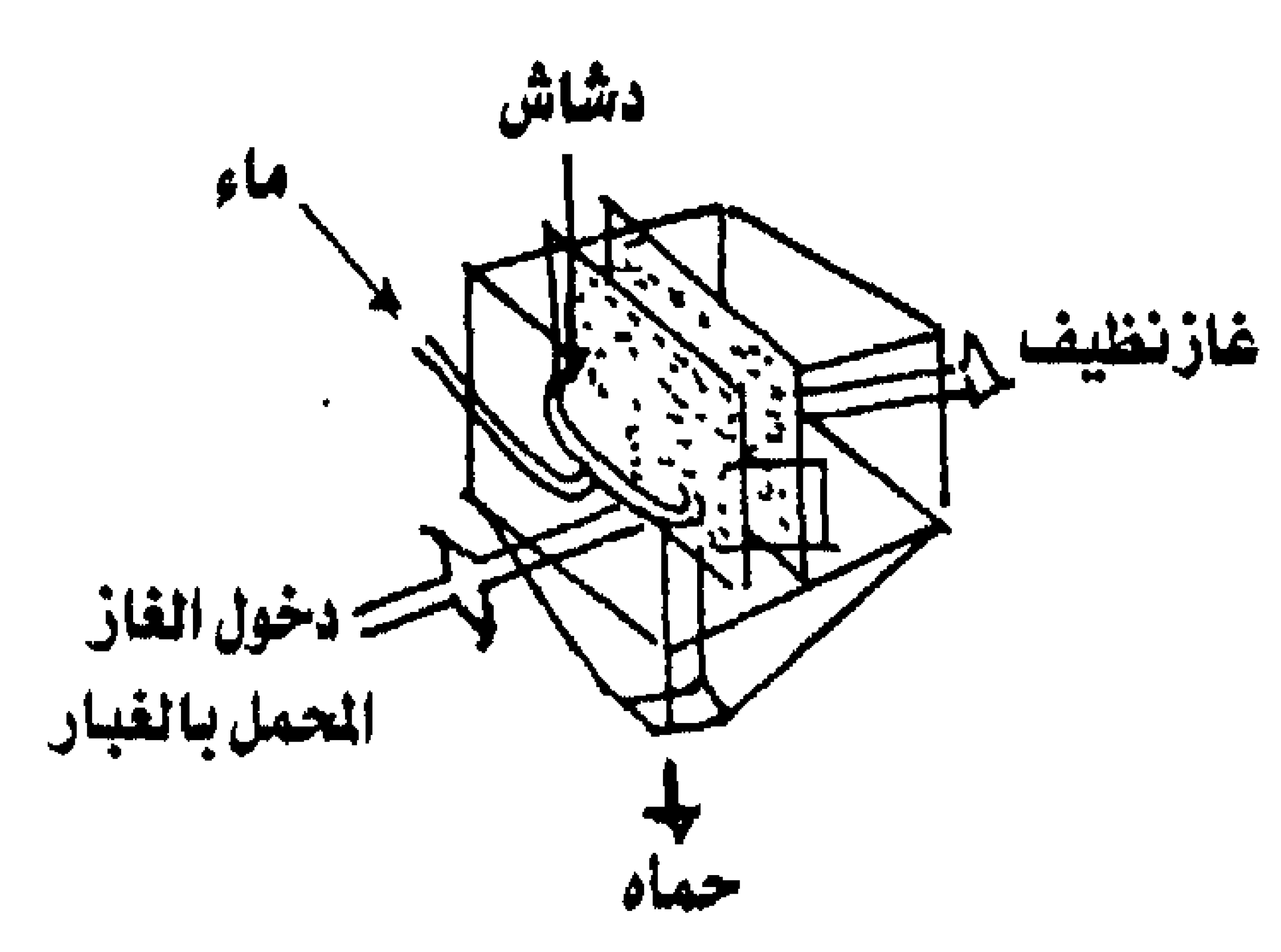
* غسالات السيكلون (Cyclone Scrubbers).
* غرف الرش (Spray Chambers).
* غسالات الفنشورى (Venturi Scrubbers).
* أبراج الحشو (Packed Towers)

أ- غسالات السيكلون.

وهذه تعرف بالسيكلونات الرطبة فى هذه السيكلونات يوجد عادة دخول مماسى للإيروسول وجسيم المادة والتى تفصل من الإيروسول باستخدام قوى الطرد المركزى وتصادم الماء عند المدخل تصميم غسالاتِ السيلكون هذه يتم عادة حتى 200لتر فى الدقيقة مع متطلبات الماء تتراوح من 2 لتر إلى 50 لتر لكل 40 لتر من الغاز، جسيمات الغبار ذات قطر 5 ميكرومتر وأعلا يتم فصلها بنسبة كفاءة 90%، ونزول فى الضغط مقداره 40-70 مليمتر ماء.

ب- غرف الرش:

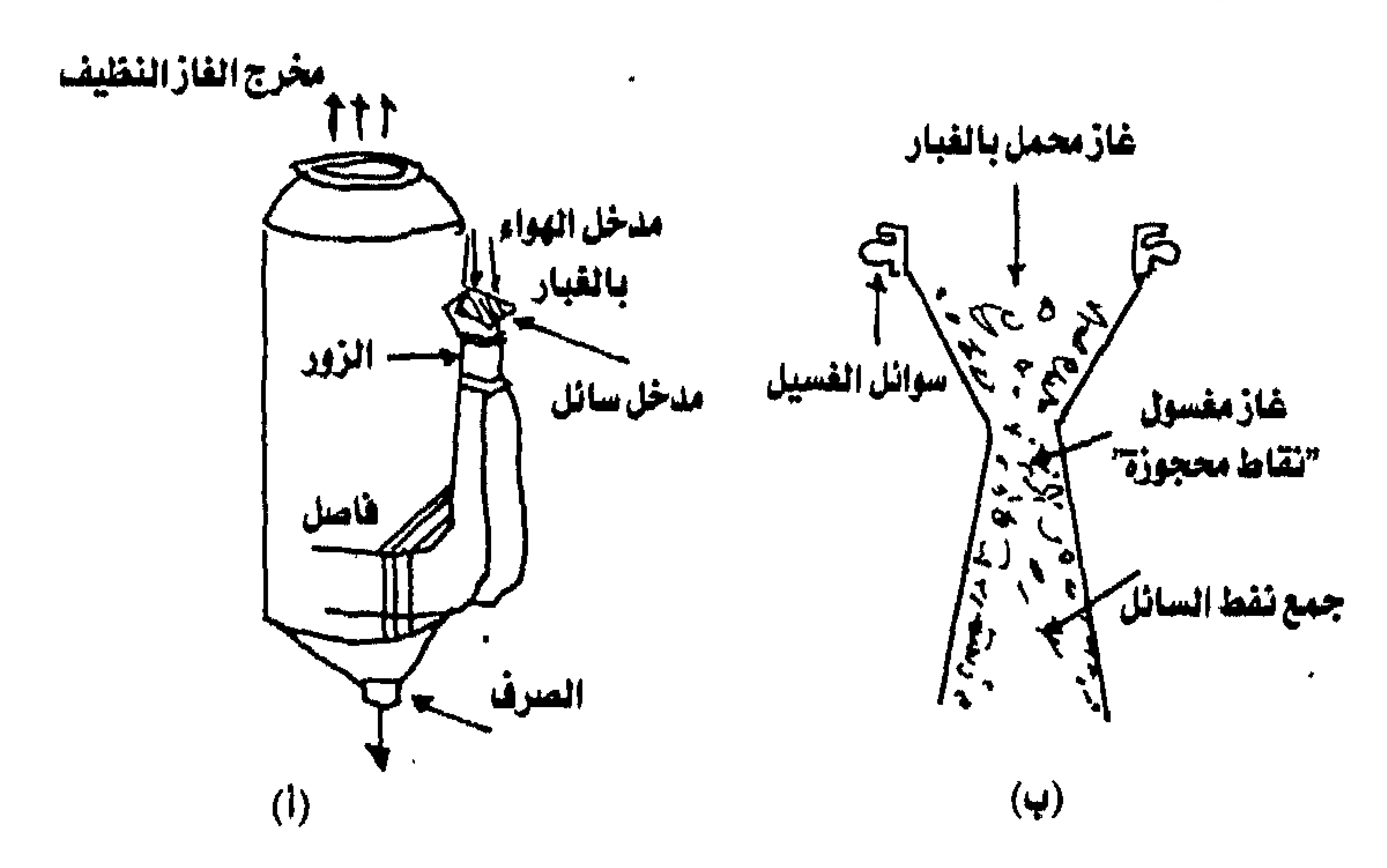
الشكل (6/5) يبين غرفة الرش لإزالة الغبار، لها غرفة ترسيب بسيطة المزودة برشاشات للسائل. فى هذا الجهاز، يرش الغاز بالماء الرقيق حيث ترسب الحمأة فى حوض الحمأة. مثل غرفة الترسيب الأخرى بعض من الغبار السميك سوف يرسب بفعل الجاذبية على سطح الماء. معظم الإزالة تكون بسبب التصادم بين جسيمات الغبار ونقاط الماء. حيث ينتج عن ذلك اقتناص الجسيمات بواسطة نقاط الماء، هذا بسبب زيادة فى حجم ووزن جسيمات الغبار وتساعد فى سرعة الجمع.



شكل (6/5) غرف الرش

جـ- الغسيل بالفنشورى: (Venturisecrubbers)

الشكل (6/6) بين مخطط لمغسلة الفنشورى. هذا يمكنه نظافة حوالى 400 لتر من الغاز فى الدقيقة لإزالة السديم (Mist). عادة يلى مغسلة الفنشورى أجهزة الفصل بالطرد المركزى (Cyclonic).



شكل (6/6) الغسيل بالفنشورى

تتكون مغسلة الفنشورى أساساً من الزور الذى خلاله يدفع الغاز الحامل بسرعة طولية مقدارها 3400 إلى 12600 متر فى الدقيقة. الماء بصفته سائل الغسيل العادى تم إضافته فى اتجاه تدفق الغاز بمعدل حوالى 0.3 – 1.5 لتر لكل لتر من الغاز، دخول الماء يتم عند الزور بواسطة بزابيز (Nozzlas) أو عند المدخل بواسطة اختناق من البزابيز أو الهدار.

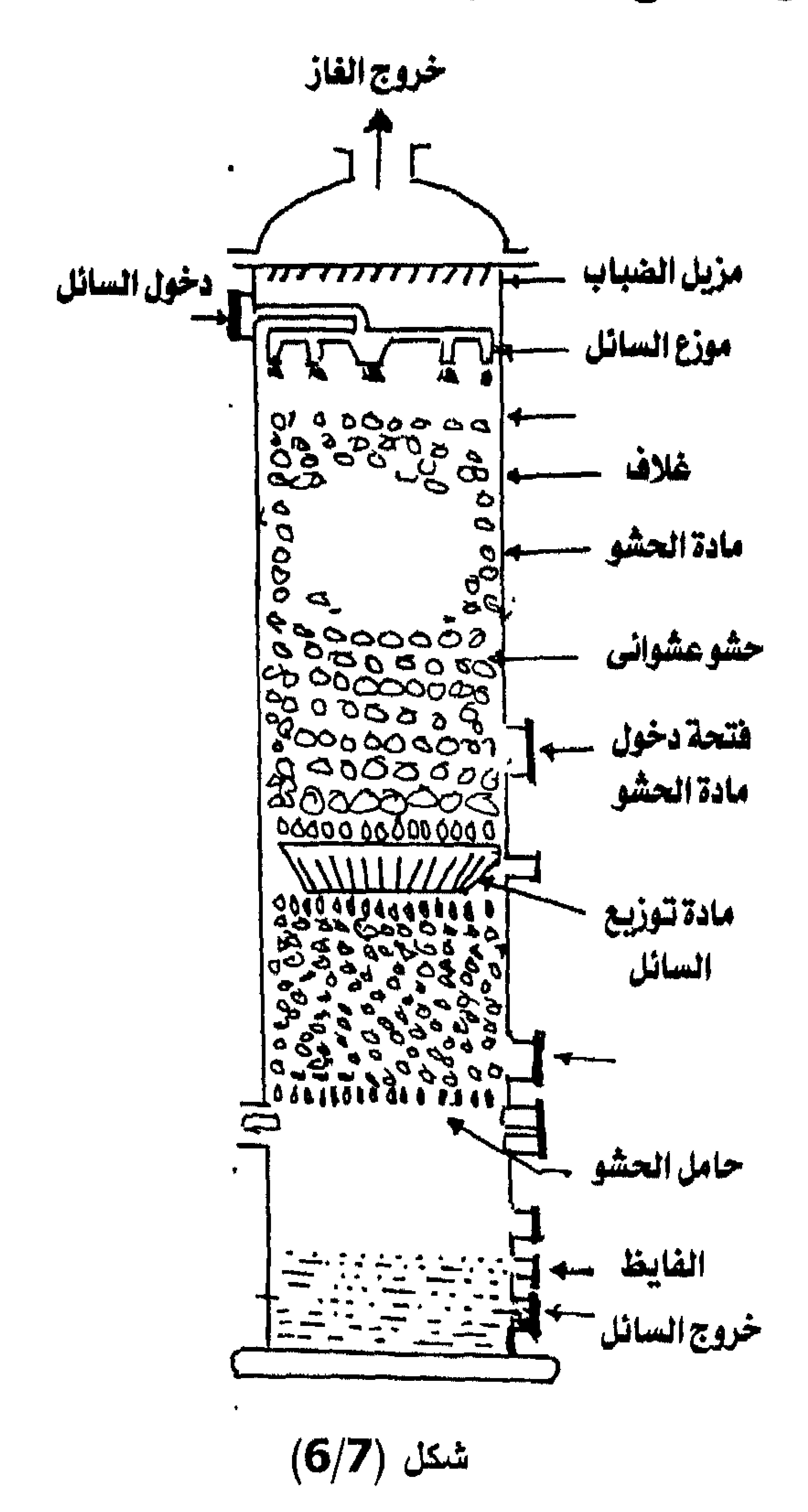
كفاءة مغسلة الفنشورى تتغير مع المدخلات من الطاقة ويمكن أن تصل إلى 99% حتى فى حالة الجسيمات دون المجهرية. عند السرعة العالية الماء يترزز عند الزور والاضطراب الناتج يؤدى إلى الكفاءة العالية للجمع للجسيمات دون المجهرية.

فى حالة استخدام المواد المناسبة فى صناعة مغسلة الفنشورى فإنه يمكن أن يعمل فى حالة الغازات العدوانية وعند درجة الحرارة العالية.

هـ- الأبراج ذات الحشو (Packed Towers)

الشكل (6/7) يبين برج الحشو لنظافة الهواء والغازات. فى هذا البرج، الغاز المحمل بالغبار يتم تمريره إلى أعلا خلال طبقة مادة الجمع. السائل يتدفق إلى أسفل

خلال الطبقة، بما يحافظ على نظافتها ويمنع إعادة الحجز للجسيمات المترسبة. سطح الجمع يكون كبيراً نسبياً. المواد المستخدمة فى سطح الجمع تكون ذات كثافة منخفضة، مقاومة للتآكل وخاملة كيماوياً. عادة تستخدم مادة السيراميك، الكوك، الحجر..الخ كمادة حشو فى هذه الأبراج. مواد الحشو الخشنة تستخدم فى إزالة الجسيمات ذات الحجم أكبر من 10 ميكرون. مواد الحشو الدقيقة تستخدم لإزالة الجسيمات أقل من 10 ميكرون. سرعة الغازات خلال مادة الحشو الخشنة تكون حوالى 100متر/ الثانية. سرعة الغاز فى طبقة الحشو الدقيقة تكون من 18-20 متر/ الثانية. فى الجمع الرطب الميزة الكبيرة هى أن الفقد فى الضغط يظل ثابتاً.



شكل (6/7)

الترسيب الكروستاتيكى: (ELECTROSTATIC PRECIPTIATION)

تم اختراع المرسب الكهروستاتيكى فى عام 1911 بواسطة (Frederic Gardner) هذه الطريقة يمكن استخدامها للعديد من مشاكل نظافة الغازات مع كفاءة تجميع 99% وطاقة استخدام حتى 150.000 لتر/ الدقيقة عند درجة حرارة حتى600°م يوجد فقد فى الضغط صغير جداً فى هذه الطريقة والذى يصل إلى 6-10 مليمتر من الماء.

الشكل (6/8) مخطط للمرسب الكهروستاتيكى الغاز المحمل بالغبار يمر أفقياً خلال ممر ضيق عمودى للغاز متكوناً بصفوف متوازية من أقطاب التجميع الموصلة أرضى. السلك الكهربى المعزول عالى الفولت حوالى 40-50 كيلوفولت يتم وضعه بدقة فى الفاصل على خطوط المنتصف لكل ممر للغاز بذا مسبباً مرور الغاز الحامل للغبار بالمرور خلال أسلاك الفولت العالى والألواح الموصلة أرضى.

مبادئ العمل للمرسبات الكهروستاتيكية هى كالآتى:

تأين الغاز (IONIZATION OF GAZ)

استخدام الجهد العالى فى هذه الطريقة عند 4000 فولت إلى 8000 فولت بسبب إنتاج بلايين الألكترونيات التى تتصادم مع جزئيات الغاز والتى تصبح فى شكل أيونات موجبة وأيونات سالبة. مشاهدة الهالة الزرقاء يمثل تكوين أيونات الغاز.

ب- شحنة الغبار (Dust Charging)

الأيونات ذات الشحنة الموجبة تعود ثانياً إلى سلك القطب الموجب وتكتسب إليكتروناته، بينما الأيونات ذات الشحنة السالبة تصطدم مع جسيمات الغبار فى الغاز الداخل وبذا تصبح جسيمات الغبار الداخل ذات شحنة سالبة.

جـ- ترسيب الغبار:

جسيمات الغبار ذات الشحنة السالبة ترد بالقوة الكهربية نحو لوح الشحنة الموجبة الموصل أرضى حيث تعلق بهم. بهذه الطريقة، يتم تجميع جسيمات الغبار على قطب التجميع مكوناً طبقة سميكة. هذه الطريقة تنزف بالتدريج شحنتها السالبة إلى القطب الموصل أرضى. هذه الزيادة فى سمك طبقة الغبار تعطى مقاومة لتوصيل أيون الشحنة السالبة، والذى يعرف بمقاومة الغبار "Dust Receptivity" عند زيادة سمك طبقة الغبار عن 6 مليمتر، يصبح الانجذاب الكهربى ضعيف الجسيمات حديثة الترسيب مازالت تحتفظ بالشحنة، لأن قطب الجمع قد تم عزله بطبقة الغبار، فى حالة الظروف السابقة وبسبب الجسيم سالب الشحنة على القطب يحدث وهج

(Flash Over) بين سلك القطب وقطب الجمع والـذى يقلـل مـن كفـاءة المرسـب الكهروستاتيكى. هذا بسبب تكوين الغبار فى شكل تجمعات ويتم تجميعه فى قـادوس. مجال الجهد العالى يعيد شحن أى جسيمات دقيقة والتى يعاد احتجازها.

للحصول على أقصى كفاءة فإن معظم المرسبات الكهروستاتيكة تعمل عند سرعات غاز من 1 إلى 2 متر فى الثانية عند 100°م إلى 150°م.

كفاءة المرسب الكهروستاتيكى يمكن تقديرها بالمعادلة

$$N = 1- (e)^{AW/r}$$

حيث :

N = كفاءة المرسب الكهروستاتيكى.

A = مساحة لوح الجمع بالمتر المربع.

V = سرعة تدفق الغاز فى (m^3/Sec)

W = معدل الترسيب متر/ الثانية.

مميزات المرسبات الكهروستاتيكية هى قلة عدد الأجزاء المتحركة، يمكن أن تقاوم درجة الحرارة حتى 750°م. قدرة عالية على الإمساك بالغاز. كفـاءة جمـع عاليـة للجسيمات الصغيرة جداً. والسلبيات هى التكلفة العالية، الحاجة إلى عمالـة مدربـة، أهمية وجود أجهزة تنظيف سابقة مثل السيكلونات، حدود الاستخدام لملوثات المجـال الصلب والسائل.

إزالة So_2 من الغازات العادمة:

الغازات العادمة بها نسبة عالية من غاز So_2، لأن الوقود به محتوى عـالى مـن الكبريت، الفحم ذو المحتوى العالى من الكبريت، يستخدم على نطاق واسـع كوقـود صلب فى الصناعات وفى محطات توليد الطاقة. إلى حد ما نسبة So_2 فـى الغـازات العادمة يمكن خفضها باستخدام الفحم ذو المحتوى المنخفض من الكبريـت. الكبريـت يمكن إزالته بالهدرجة الحفازة للفحم (Catalytic Hydrogenation) العالق فى القار عند 100-250جوى، 450°م للحصول على نسبة إزالة الكبريت بنسبة 75% مع اسـتهلاك 20 كيلوجرام من الهيدروجين لكل طن من الفحم. كذلك يمكن إزالة الكبريت من الفحم بالتقطير الإتلافى بواسطة كربنه الفحم (Carbonisation) كبريتيد الهيدروجين النـاتج بالطريقة السابقة يمكن حرقه وصرفه خلال المدخنة.

زيت البترول الخام يحتوى على الكبريت بنسب مختلفة محتوى الكبريت فى زيت الوقود (الديزل) يمكن خفضه بالمعالجة القلوية (Caustic Treatment). فى هذه الطريقة يتكون كبريتيد الهيدروجين ومركبات كبريتية أخرى والتى يلزم تدميرها عند ارتفاعات المدخنة إزالة الكبريت بطريقة (Hydrodesulphurisation) تستخدم عادة لخفض محتوى الكبريت فى زيت البترول الخام.

خفض SO_2 فى الغازات العادمة:

تستخدم طرق عديدة لخفض SO_2 فى الغاز العادم والتى تختلف من صناعة لأخرى الآتى بعض الطرق المستخدمة عادة لخفض SO_2 فى الغازات العادمة.

1- بواسطة سائل الأمونيا:

هذه الطريقة تستخدم عادة فى صناعة السماد حيث الغازات المحتوية على So_2 يتم مرورها خلال محلول الأمونيا، حيث يتم إنتاج كبريتات الأمونيا التى يتم بيعها كمنتج ثانوى، فصل غازات SO_2 من الغازات العادمة بالالتصاق مع المجال السائل تتم فى أبراج الامتصاص (كلا من الأبراج ذات الحشو وتلك ذات الألواح)، غسالات الفنشورى، وأبراج الرش.

2- طريقة كيروكس : (Cairox Method)

فى هذه الطريقة الغاز النظيف المحتوى على SO_2 يتم خلطه مع برمجنيات البوتاسيوم ($K\,mno_4$) خلال الرش، تحدث الأكسدة كالآتى:

$$2\,K\,mnO_4 + 3\,So_2 + 4\,KOH \rightarrow$$

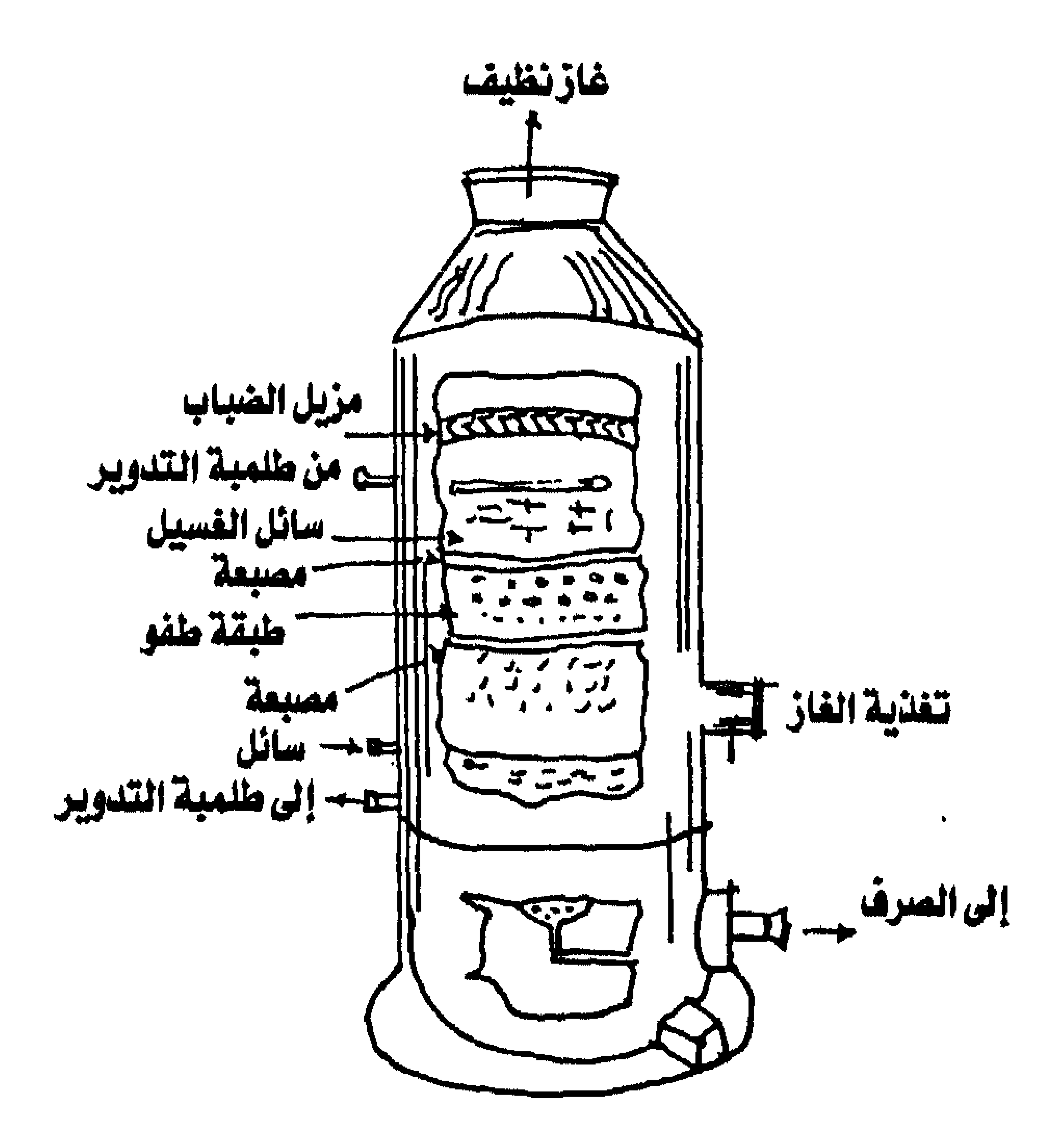
$$2\,MnO_2 + 3K_2\,So_4 + 2H_2O$$

الحمأة الناتجة يتم صرفها فى شبكة الصرف الصحى حيث يستخدم ثانى أكسيد المنجنيز كمؤكسد وعامل ترويب فى معالجة الصرف الصحى.

3- طريقة الغسيل بالحجر الجيرى – الجير (Limstone – Lime)

الشكل (6/9) يبين تقنية طبقة التميؤ بالحجر الجيرى لإزالة SO_2. فى هذه الطريقة، يتم حقن الحجر الجيرى فى الطبقة. الغازات المحتوية على SO_2 يتم تمريرها خلال طبقة معدة عند 800 – 1000 ْم. فى هذه العملية يتم فصل غاز SO_2 بنسبة 90% وتكوين كبريتات البوتاسيوم.

فى حالة طريقة الغسيل فإن الغازات المحتوية على SO_2 يتم مرورها خلال الماء المحتوى على $Ca(OH)_2$. غاز SO_2 تتم إزالته من الغازات مكوناً محلول $CaSO_4$ والذى يتم تكثيفه وتجفيفه والتخلص منه كمخلفات صلبة.



شكل (6/8) طبقة التمييز للحجر الجيرى

التحكم فى ثالث أكسيد الكبريت:

الصناعات الكيميائية المنتجة لحامض H_2SO_4 يمكنها إنتاج ضباب يصعب التحكم فيه، قطر النقاط يتغير من 1 إلى 10 ميكرومتر أو أكثر، ويصعب التحكم في النقطة الدقيقة. فى حالة النقاط الأكبر يمكن استخدام مغسلة الفنشورى لإزالة النقاط ولكن يلزم انخفاض كبير في الضغط للإزالة الجيدة.

في حالة النقاط الدقيقة من ضباب الحامض تكون المرسبات الكهروستاتيكية أكثر تأثيراً كما يجب أن تكون مكونات الجهاز مقاومة للتآكل، مجمعات الضباب من الصوف الزجاجى يمكن استخدامها لجمع نقاط الضغط العالى.

الفصل السابع

7

ضبط تلوث الهواء بالتخفيف

1ـ ضبط تلوث الهواء بالتخفيف :

الغلاف الجوى يمكن أن يستوعب كمية محدودة من الملوثات بدون حدوث تلوث ملحوظ أو آثار ضارة. دورة تلوث الهواء لها ثلاث مراحل رئيسية وهى:

1. انطلاق ملوثات الهواء عند المصدر.
2. انتقال وانتشار الملوثات فى الجو.
3. استقبال الملوثات فى تركيز منخفض.

كذلك فإن التنمية الحضرية والصناعية قد زادت كذلك من قوة وتركيز ملوثات الهواء. ولكن نظراً لأن الغلاف الجوى له قدرة محدودة على الاستيعاب بدون إحداث أى تلف أو جعل الجو المحلى مجهد فى قدرته على انتشار وتشتت أى أحمال تلوث فإن :

الطرق المؤثرة لضبط تلوث الهواء هى:

1. تغيير المواد الخام والعمليات.
2. إنشاء معدات تحكم.
3. توفير مداخن عالية لصرف الملوثات عند الارتفاعات العالية من الجو.

شدة التلوث تعتمد على عوامل أرصاد جوية وطبوغرافية الأرض، لدراسة دور الغلاف الجوى كعامل تشتت وانتشار للتلوث. تركيز الملوثات يقل مع إرتفاع المدخنة. استخدام علوم الأرصاد الجوية والعلوم الحركية للهواء (Aerodynamics) يمكن استخدامها فى تصميم فتحات المدخنة (Stack Nozzles)، وذلك لتعيين أفضل سرعات للمدخنة ودرجة حرارة غاز المدخنة ومكان المدخنة.

العوامل الأرصادية (METEOROLOGICAL FACTORS)

عوامل الأرصاد الجوية الآتية يجب تفهمها قبل دراسة نظريات الانتشار:

أ- معدل الهبوط فى درجة حرارة الجو بالارتفاع عن سطح الأرض (Lapse Rate).

ب- سرعة واتجاه الريح.

جـ- مخطط جانبى لسرعة الريح.

د- رقم ريتشارد سون (Richard Son Number) والذى يعنى بانبعاث الإلكترونات من جسم متوهج.

أ- معدل الهبوط فى درجة الحرارة بالارتفاع عن سطح الأرض:

عندما يكون الهواء عند أدنى سرعة أو بدون حركة تقريباً، فإن تراكم التلوث يكون عند أقصاه. عندما يكون الهواء فى حالة اضطراب، فإن التلوث يكون منخفضاً. الاضطراب لا يتم قياسه بواسطة الأرصاد (Observatories) حيث القليل يحسب على أساس إطار درجة الحرارة الرأسى. لقد لوحظ أن استقرار الجو هو استعداده لمقاومة أو زيادة الحركة الرأسية، بمعنى آخر لإحباط الاضطراب القائم. مع انخفاض درجة حرارة عند الارتفاعات العالية، الطبيعى أن درجة الحرارة تقل بمعدل 1ْم كل 100متر ارتفاع، هذا الانخفاض فى درجة الحرارة يعرف بمعدل التناقص فى درجة حرارة الهواء الصاعد (Adiabatic – Lapse Rate) ولكن فى معظم الحالات يوجد خفض فى درجة الحرارة، ولكن أقل من معدل التناقص فى درجة حرارة الهواء الصاعدة مثل هذا التغير يعرف بدون معدل لتناقص فى درجة حرارة الهواء الصاعد (Sub Adiabatic – Lapse Rate) والجو يعرف بأنه تحت الاستقرار. فى مثل هذه الحالات فإنه يحدث خلط للملوثات وتخفيفها ببطء.

عندما يزيد معدل الانخفاض فى درجة الحرارة مع الارتفاع عن معدل ثبات وعدم تبادل الحرارة (Adiabatic Rate) فإن ذلك يعرف بالمعدل الفائق لتناقص درجة حرارة الهواء الصاعد (Super Adiabatic lapse Rate) ويكون الجو فى حالة عدم استقرار. مثل هذه الظروف تكون جيدة جداً لخلط وتخفيف الملوثات. معدل التناقص فى درجة حرارة الهواء الصاعد يعرف بالحالة المتعادلة وتتصف بالرياح، والسحب النهارية والليلية أحياناً تزداد درجة الحرارة مع الارتفاع، والذى يعرف بالانقلاب (Inversion). فى هذه الحالة، لا يمكن حدوث انتشار للملوثات وتكون طبقة فوقية (Blanket layer at the top).

انبعاث الملوثات يحدث عند سطح الأرض أو قريباً منها، ولكن عمق الطبقة التى يحدث فيها اضطراب أو انتشار يتغير فى كل من الوقت والفراغ. الارتفاع فوق سطح الغلاف الجوى، حيث يتقاطع معدل التناقص فى درجة حرارة الهواء الصاعد مع شكل درجة الحرارة الرأسى الملاحظ والمعروف بأقصى عمق للخلط (Maximum Mixing Depth) عندما يكون ارتفاع الخلط منخفضاً، ولكن ما يزال فوق ارتفاع الكتلة الحارة الصاعدة من الهواء (Plume Height)، فإن تركيز مستوى الأرض سيكون مرتفعاً نسبياً، لأنه في هذه الحالة تكون الملوثات ممنوعة من الانتشار نحو الجو العلوى.

ب- سرعة واتجاه الريح:

الهواء المتحرك يعرف بالرياح. المحصلة الأفقية تقدر بالسرعة والاتجاه. الرياح متغير جوى آخر والذى يؤخذ فى الاعتبار عند دراسة طاقة التخفيف للجو، سرعة الرياح تحدد (1) الكتلة الحارة الصاعدة أسفل ريح المدخنة (The Plume Down Wind of the Stack) و(2) كمية التخفيف للكتلة الحارة الصاعدة عند تركها المدخنة. هذين العاملين يؤثرا على مقدار وعلى المسافة إلى أقصى تركيز مستوى سطح الأرض. ويستخدم كذلك في تعيين زمن التحرك من المصدر إلى المستقبل، اتجاه الريح يحدد اتجاه انتقال الكتلة الحارة الصاعدة من الهواء (Plume). من الأمور التقليدية اعتبار اتجاه الريح أنه اتجاه من هبوب الرياح، لذلك فإن الرياح الشرقية سوف تحرك الملوث نحو غرب المصدر، لقد لوحظ أن سرعة الرياح توجد عادة لتزداد مع الارتفاع فوق الأرض وأن اتجاه الريح يتحول فى اتجاه عقرب الساعة مع الريح. كثافة هذه التغيرات تتوقف على خشونة السطح واستقرار الجو. فوق الأسطح الخشنة الجبلية أو حيث التلال أو مع العديد من المبانى والنباتات، فإن سرعة الرياح السطحية قد تكون فى حدود نصف سرعة الرياح العلوية. سرعة الرياح السطحية عادة تكون 0.9 ضعف الرياح العلوية فى حالة السطح الناعم خلال النهار. التغير فى سرعة الرياح مع الارتفاع يكون عند أدناه، لأن الاضطراب يكون عند أقصاه.

جـ- المظهر الجانبى لسرعة الرياح:

فى الجو الغر مستقر، بسبب الانتقال ذو العزم العالى، المظهر الجانبى لسرعة الرياح مع الارتفاع يكون أقل من حالة الاستقرار لذلك. فإن المظهر الجانبى لسرعة الرياح يقيس بطريقة غير مباشرة درجة الاضطراب.

أغراض المدخنة:

للمحافظة على أقصى تركيز للتلوث خلال الحدود المسموح بها، فإن المداخن يتم إنشاؤها لصرف الغازات الصناعية فى الجو. الغازات الصناعية التى يتم صرفها خلال المداخن يتم تخفيفها وانتشارها فى الجو طبقاً للحالة الجوية السائدة. لذلك، فإن المدخنة تعمل لأحكام التلوث للغازات ذات الرائحة أو الملوثات ذات التركيز.

الآتى هى الأهداف الرئيسية للمداخن:

- تحسن سحب الهواء الطبيعى للاحتراق.
- تجنب إعادة دخول الدخان إلى المبانى.
- انتشار وتشتت الملوث فى الجو.

تصميم المدخنة :

قطر المدخنة يمكن تعيينه على أساس معدل تدفق الغاز العادم وعلى سرعة الخروج المطلوبة، تدفق الريح فوق المداخن يشكل منطقة ضغط سالب، وهذه تقلل من ارتفاع المدخنة المؤثر ولا تزيد التركيز فقط ولكن تسبب إعادة دخول الغاز إلى فتحة المبنى، كقاعدة، سرعة الغاز من المدخنة يجب أن تكون 1.5 ضعف اقصى سرعة للرياح. هذا يزيد سرعة الرياح كذلك يزيد من ارتفاع ريش الغاز (Plume) وارتفاع المدخنة المؤثر ولكن يزيد الانخفاض فى الضغط، لذلك فإن طاقة الحصان المطلوبة لنافخات الهواء (Blowers) تزداد.

طريقة تصميم المدخنة:

ارتفاع المدخنة يجب أن يكون محافظاً على التركيز عند سطح الأرض خلال الحدود المسموح بها لقد اقترح (Brink Corcker الآتى:

1. ارتفاع المدخنة يجب أن يكون 2.5 ضعف ارتفاع المبنى المحيط.
2. سرعة الغاز الخارج يجب أن لا تزيد عن 60 قدم فى الثانية.
3. التركيز عند سطح الأرض يتغير بطريقة عكسية مع مربع ارتفاع المدخنة، ويكون عند أقصاه على مسافة 5 – 10 من ارتفاع المدخنة.

الفصل الثامن

8

أخذ العينات عند المصدر

I. عـام :

لتعيين التقنية التى يمكن استخدامها لإزالة التلوث من الانبعاثـات الغازيـة مـن الصناعة، السيارات..الخ، العمل الهام هو بجمع عينات الغازات المنبعثة عند المصدر. بيانات الانبعاث يتم جمعها لتوفير المعلومات التفصيلية المتعلقة انبعاثات تلوث الهـواء فى مساحة معينة. الأهداف الرئيسية من أخذ العينات عند المصدر هى:

أ- لقياس كمية ونوعية الملوث المنتج من المصدر.

ب- تعيين نوعية وكفاءة معدات التحكم، فى مختلف الظروف.

جـ- تعيين الانبعاث عند تغيير المواد الخام والعملية فى الصناعة.

د- لجمع البيانات من مصدر تلوث أو من عدة مصادر تلوث.

هـ- معرفة طبيعة مصدر التلوث.

و- تعيين تأثير الانبعاث على مختلف مناطق المدينة.

دراسة خطة أخذ العينات:

لأخذ عينة المدخنة، فإنه يلزم التخطيط الجيد. المباحث الجيدة تتم قبـل التخطـيط للتخطيط يجب مراعاة النقاط الآتية:

1. القائم بالتخطيط يجب أن يكون على دراية بالعملية والتشغيل لتعيين دورة العملية.
2. كل طرق أخذ العينات يجب أن تعرف جيداً.
3. توقيت أخذ العينة حيث بعض العينات يحدث له تغيرات دورية.
4. كمية العينة المطلوبة.
5. الموقع يجب أن يتم دراستة جيداً قبل أخذ العينة لأن نقطة المصدر يجـب تعيينها بوضوح.

اختيار مكان أخذ العينة:

اختيار موقع أخذ العينة يتطلب خبرة حقلية. نقطة أخذ العينات يجب أن تكون بعيدة ما أمكن من تأثير التوزيع مثل الكيعان، المنحنيات، الوصلات، ألواح الإعاقة (Baffles) أو الاختناقات الأخرى. لقد أثبتت الأبحاث أن نقطة أخذ العينات يجب أن تكون علـى مسافة 10 ضعف تحت التيار من أى اختناق و3-5 أضعاف القطر فوق التيار مـن الاضطراب المشابه.

موقع أخذ العينات:

لجمع العينات يجب عمل فتحة. حدود احتواء المحبس (Probe)، حجم أخذ العينـــة يمكن عمله بقطر في المجال 7-10سم. يمكن تثبيت فلنجة بحيث يتم قفل الفتحة فـــى حالات عدم أخذ العينات.

العينات يتم جمعها من أماكن مختلفة خلال المدخنة. هذا أساسى لأنه قـــد يكـــون هناك تغير فى درجة الحرارة والسرعة خلال أخذ العينات. تلك النقط حيث يتم جمـــع العينات خلال المقطع تسمى النقط الجانبية (Traverse Points). تلك النقط يتم تعيينهـــا عند مركز لكل عدد متساوى المساحة فى مقطع المدخنة المختار. الدراسة أظهرت أن عدد النقط يجب أن يؤخذ كما فى الجدول (8/1) الآتى:

مساحة مقطع المدخنة (متر مربع)	عدد النقاط
0.01858	4
0.19 إلى 2.32	12
2.33	20

الفصل التاسع

9

المرسبات الكهروستاتيكية

Electrostatic Precipitator

1ـ عــام :

المرسبات الكهروستاتيكية تزيل مادة الجسيمات وكذلك الضباب (نقاط السائل) من تدفقات الغاز العادم بفعل القوى الكهروستاتيكية. عند مرور تدفقات الغاز خلال مجال كهربى، فإن الجسيمات تصبح ذات شحنة حيث تتوجه نحو القطب الحامل للشحنة المعاكسة، المعروف عادة بأقطاب الجمع (Collection Electrodes) التى على سطحها طبقة مسامية من الغبار المتراكم مع الوقت< أقطاب الجمع يتم توصيلها أرضى (Earthed). الأقطاب الأخرى المستخدمة لتوليد التيار الكهربى التى تسمى عادة أقطاب التصريف (Discharge Electrode) لها جهد سالب فى المجال من 15000 إلى 10000 فولت. أقطاب التصريف تكون عادة معلقة فى منتصف المسافة بين أقطاب الجمع (فى مرسب اللوح Plate Precipitator). الجسيمات التى تم جمعها يتم إزالتها ميكانيكاً بالاهتزاز من آن إلى آخر (Periodic Vibration)، بالحك أو الشطف.

لأكثر من ستة عقود استخدمت المرسبات الكهروستاتيكية للتحكم فى انبعاثات الجسيمات فى العديد من الصناعات منها صناعة الأسمنت، محطات الطاقة الحرارية، بطاريات فرن الكوك مصانع الورق ولب الورق، تكرير الزيت، مصانع المعادن الغير حديدية، الجدول (9/1) به بيان عن الصناعات المستخدمة للمرسبات الكهروستاتيكية.

مميزات وعيوب المرسبات الكهروستاتيكية:

1. سهولة التشغيل: مجال كبير لمعدل تدفق الغاز الحامل وأحمال الغبار مع ضعف التأثير على الكفاءة.
2. طاقة غاز عالية حتى 10^6 متر مكعب فى الساعة.
3. انخفاض فى استهلاك الطاقة وكذلك انخفاض مستوى الصوت، حيث الاستهلاك 0.8 كيلوات ساعة/ 1000 متر مكعب من الغاز.
4. ظروف التشغيل: يمكن استخدام درجة حرارة مرتفعة حتى 425°م. تركيز غاز SO_2 أو الغازات العدوانية ليس له تأثير كثيراً على التشغيل.
5. يمكن استعادة المنتجات الثمينة كما فى حالة صناعة لب الورق.
6. يمكن الحصول على كفاءة عالية حتى 99%
7. يمكن تحقيق الجمع الجاف أو الرطب لجسيمات المادة.
8. تحتاج إلى القليل من الصيانة والقليل من تكاليف التشغيل.

9. غير مؤثر في الملوثات الغازية وغير مفيد مع الغازات المتفجرة.
10. لها تكاليف رأسمالية عالية.
11. المقاومة الكهربية: حيث يكون الأداء غير جيدٌ عندما تكون الجسيمات ذات مقاومة كهربية عالية.
12. عند درجات الحرارة المنخفضة، جمع الغبار من الغازات العادمة يتأثر سلباً عدا فى حالة وجود كمية معينة من الملوثات الغازية مثل SO_2، أو يتم تسخين الغاز العادم. لذلك فإن نوع الغبار يلعب دوراً هاماً فى كفاءة المرسب الكهربى،

جدول (9/1) مجال استخدام المرسب الكهربى.

الصناعة	الاستخدام	معدل تدفق الغاز م3/ث	مجال درجة الحرارة 5م	مجال تركيز الغبار	وزون الغبار % أقل من 1 ميكرومتر	الكفاءة %
محطات الطاقة	الفحم المطحون	350-25	320-130	11.5-0.92	25.75	99-98
الأسمنت البورتلاندى	الغبار من الأفران ومن المجففات ومن التهوية	470-25 470-14 5-1	400-150 175-50 55-25	35-1.15 35-2.3 60-11.5	75-35 60-10 75-35	99-85 99-95 99-95
المعادن الغير حديدية	تنظيف غاز الفرن العالى للوقود	470-10	70-40	1.15-0.04	100	99-95
	جمع القار من غاز فرن الكوك	100-25	70-40	2.3-0.25	80	99-95
	جمع الدخان من أفران المجمرة والأفران الكهربية	35-14	370-50	6.9-01.12	95	119-95
الصلب	الدخان من الأفران، التلبيد	-2.5 470	600-70	115-0.12	100-10	98-95
الورق ولب الورق	استعادة دخان الصودا فى مصنع لب الكرافت	100-25	175-135	460-1.15	99	95-90
الكيماوية	نظافة الهيدروجين من So_3, CO_2	9.5-2.5	95-25	2.3-0.02	100	99-90
الغاز	القار من الغاز	25-1	6.5-2.5	0.5-0.02	100	98-90
الجبس	الغبار من الأفران	1-2.5	175-14	11.5-3.5	95	98-90

مبادئ الترسيب الكهربي:

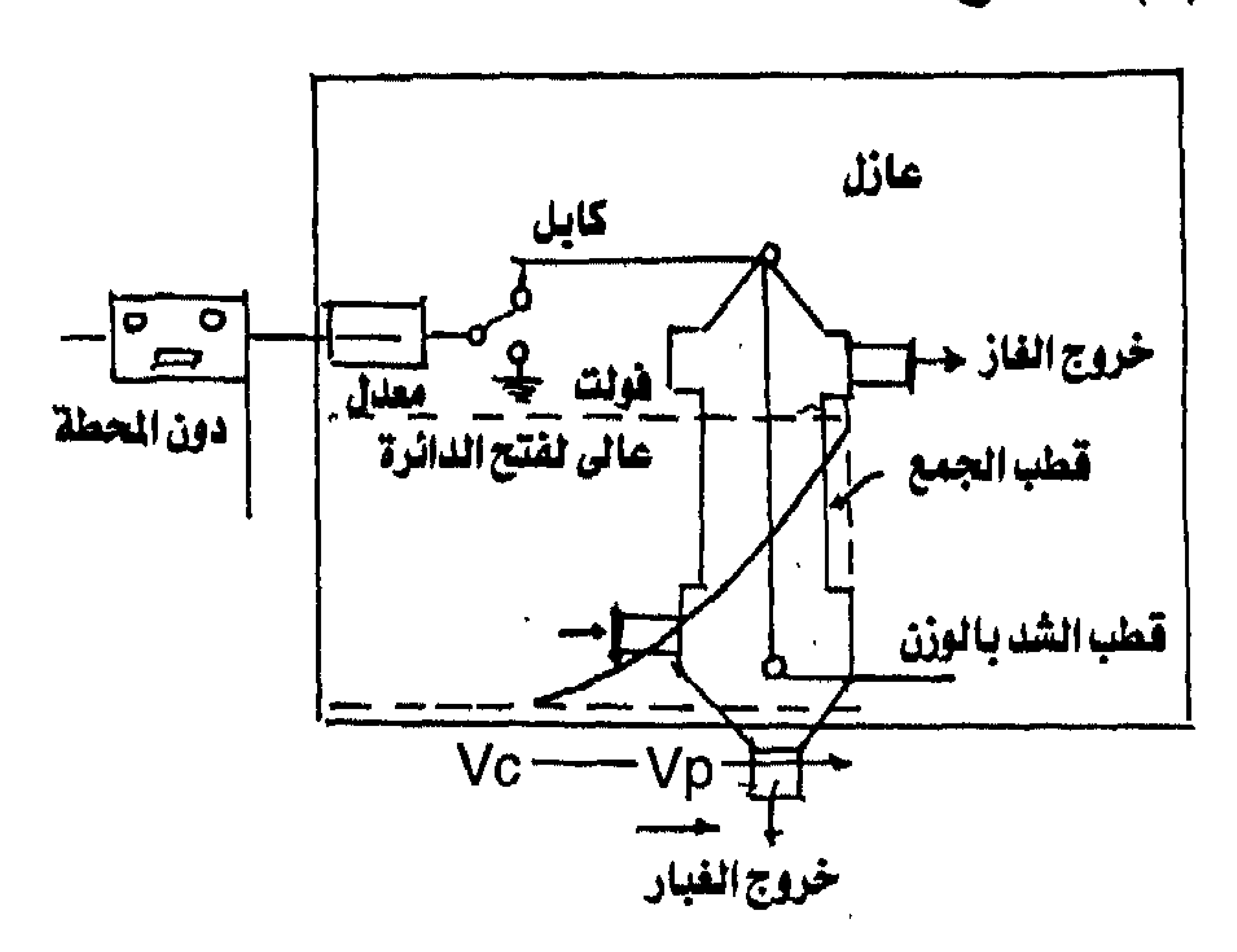
الترسيب الكهروستيكي يتم طبقاً للخطوات الآتية:

1. توليد مجال كهربى.
2. توليد شحنة كهربية.

3. تحويل الشحنة الكهربية إلى جسيمات الغبار.
4. تحرك الجسيمات الحاملة للشحنة نحو قطب الجمع.
5. التصاق جسيم الغبار الحامل للشحنة على سطح قطب الجمع.،
6. إزالة طبقة الغبار من قطب الجمع (بالدقدقة أو الخلخلة Rapping).
7. جمع الجسيمات في قادوس.
8. التخلص من الجسيمات المرسبة يجب أن يتم بكفاءة.

توليد الشحنة وشحن الجسيمات:

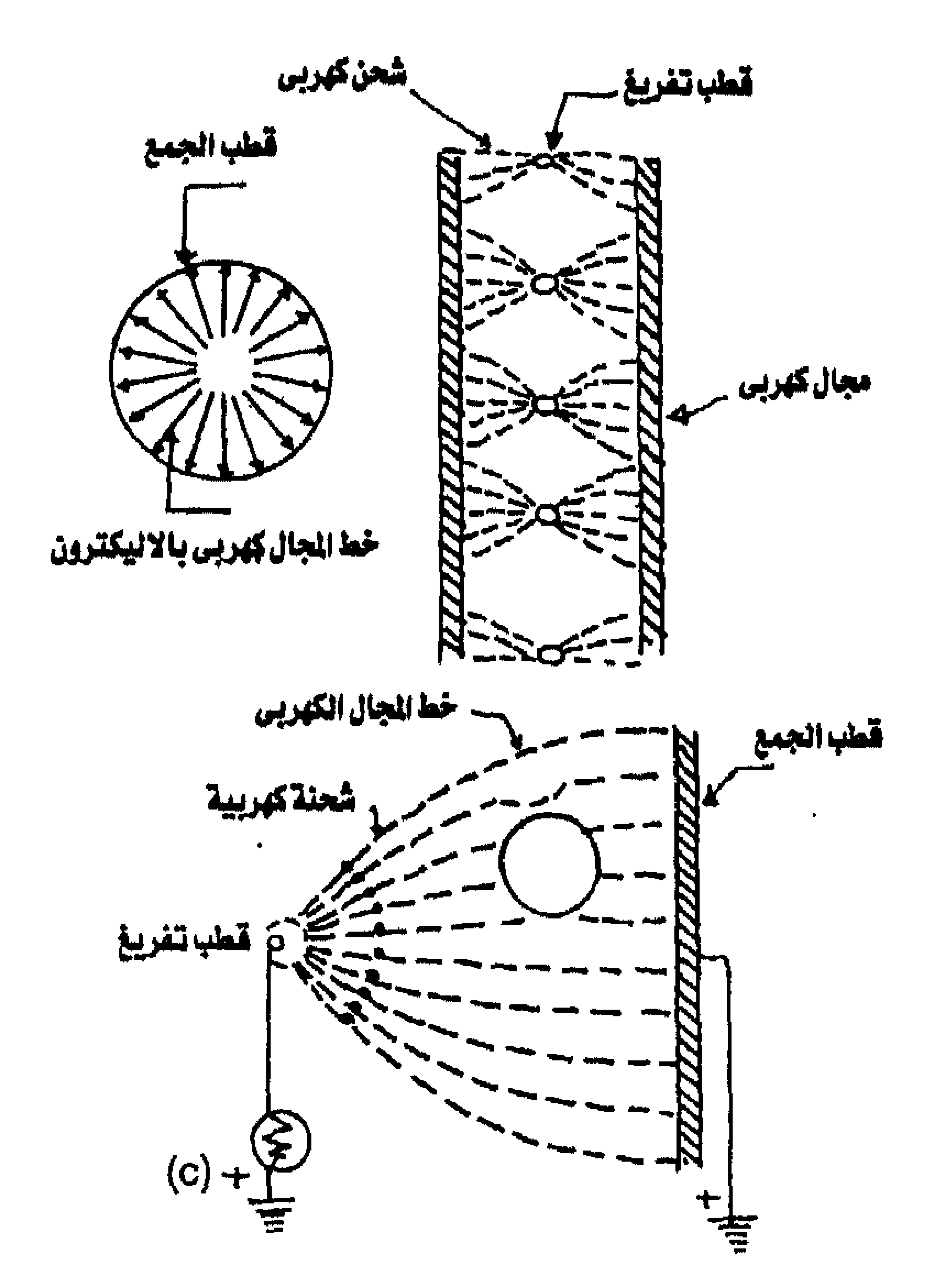
عند توفير الفولت العالى بين زوج من الأقطاب فإنه يتم إيجاد مجال كهربى. الجسيمات الحاملة للشحنة مثل الألكترونات والأيونات، في ظروف معينة، تتحرك عل طول خطوط المجال – الجسيمات ذات الشحنة السالبة تتحرك نحو اتجاه القطب الموجب والجسيمات ذات الشحنة الموجبة تتحرك في الاتجاه المعاكس نحو القطب السالب الشكل (9/1) يوضح مخطط للمرسب الكهروسبتاتيكي وملحقاته.



شكل (9/1) مرسب كهروستاتيكى

تأين الغاز يتحرك الألكترونيات أو الأيونات يعرف بتأين التصادم أو الارتطام. مع زيادة فرق الجهد (الفولت) عبر الأقطاب، ترتفع كثافة التيار مباشرة مع الفولت، ولكن، بعد نقطة معينة، زيادة كثافة التيار تبطأ ويحدث استقرار لتأين الغاز. أعلا تيار ممكن لكثافة تيار معينة يسمى تيار التشبع (Saturation Current) عند فرق جهد عالى، الشحنة المتحركة تحمل مع الغاز أى أن الألكترونات والأيونات يتم تعجيلهم ويحدث التأين بالتصادم وهذا ما يعرف بتأين التصادم (Collision Ionization) للغازات. تأين

التصادم القريب من الموصل المركزى يسمى صرف الهالــة (Corona Discharge) . صرف الهالة يحدث فى مجال كهربى غير متجانس ذو شكل أقطاب محـــددة وتنظـــيم محدد. في المرسبات الكهروستاتيكية، يتم عمل نوعين من تنظيم القطب – الموصل من نوع المرسبات المحاط بأنبوب أسطوانى أو صف من الموصـــلات موضـــوعة فـــى منتصف المسافة بين اللوحين كما فى حالة المرسبات من نوعية اللوح. شـــكل (9/2) يبين توليد المجال الكهربى الغير متجانس فى مرســـبات الأنبـــوب واللـــوح وشـــحن جسيمات الغبار على قطب الجمع من نوع اللوح.



شكل (9/2) شحن جسميات الغبار

طبيعى، قطب التصرف أو المركزى له شحنة سالبة. للتهوية الصناعية وتكييف الهـــواء يفضل مرسبات الهالة الأنبوبية ذات المرحلتين، لأن الحالة السالبة يصاحبها تكوين الأوزون. بالنسبة للقطب المركزى ذو الشحنة السالبة يحـــدث تـــصريف للهالـــة الـــسالبة (Negative Corona). الأيونات الموجبة التى تكونت يتم معادلتها على قطب التصريف. الأيونات السالبة والألكترونات يتم دفعهم للتحرك نحو قطب الجمع. إذا كان الغاز المحمل بالغبار متحركاً بين الأقطاب، فإن الأيونات السالبة تنقل شـــحنتها إلـــى جـــسيمات الغبـــار. لـــذلك، الأيونـــات، الألكترونات، وجسيمات الغبار ذات بعض الشحنة الموجبة تتحرك بعيداً من قطب التـــصريف

نحو قطب الجمع. سرعة التحرك للألكترونيات، الأيونات، وجسيمات الغبار تكون ذات اختلافات كبيرة فى مقدارها حيث سرعة الألكترون تفوق سرعة الأيونات آلاف المرات وسرعة جسيمات الغبار أقل كثيراً عن سرعة الأيونات. بسبب الاحتكاك مع الجسيمات الحاملة للشحنة، فإن جزئيات الغاز المتعادلة يتم دفعها للتحرك نحو قطب الجمع مولدة تحرك ثنائى للغاز، والذى يسمى ريح كهربى (Electric Wind) ذو مقدار عدة أمتار فى الثانية. الريح الكهربى يساعد على جمع الغبار بعيداً عن قطب الجمع ولكن قطب الجمع، دافعاً إلى الخلف جسيمات الغبار بعيداً عنها.

إذا كانت الألكترونات الحرة غير قادرة على الالتصاق بجزئيات الغاز، فإن معظم الإلكترونيات الحرة سوف تتحرك نحو القطب الموجب مع حدوث شرر، وهذا هو بداية التكسير الهالى، كما فى حالة المكثف (Capacitor) الذى ينكسر فى حالة الشحن بفولت عالى جداً. النيتروجين غير مستقر لعمل الهالة السالبة، إلا فى حالة وجود بعض الغازات الماصة للإلكترونيات مثل So_2 O_2, بخار الماء، CO_2 . نظراً لأن تلك الغازات موجودة بكميات كبيرة فى الغازات العادمة، فإن الهالة السالبة تكون عادة مناسبة.

جدول (9/1) الملوثات الغازية ومصادرها:

العنصر	الملوث	المصدر
الكبريت	SO_2	الغاز العادم من الغلاية
	SO_3	صناعة حامض الكبريتيك
	H_2S	الغاز الطبيعى، معالجة الصرف الصحى، صناعة الورق ولب الورق
	R-SH	تكرير البترول، صناعة الورق ولب الورق
النيتروجين	NO_2, NO	صناعة حامض النيتريك بعملية الأكسدة عند درجة الحرارة العالية، عملية النترجة
	NH_3	صناعة النشار
	بعض مركبات النيتروجين والأمينات	الصرف الصحى، عمليات مذيب البيريدين
الفلور	HF	سماد الفوسفات، الألومنيوم
الكلور	CL_2, Cl	صناعة HCl، PVC، صناعة الكلور، عمليات الكلورة
الكربون	غير عضوى CO	عمليات الاحتراق الغير كامل
	CO_2	عمليات الاحتراق (قد لا يعبر ملوثا)
	CS_2, COS	صناعة الريون
	عضوى	
	الهيدروكربونات	عمليات المذيب، الجازولين، البتروكيماويات
	الهيدروكربونات المؤكسدة	صناعة البترول، البلاستيك، التغطية السطحية

تقسيم المرسبات الكهروستاتيكية:

تنقسم المرسبات الكهروستاتيكية إلى قسمين وهما:

- المرسبات ذات الجهد (الفولت) العالى.
- المرسبات ذات الفولت المنخفض.

المرسبات الكهربائية ذات الجهد العالى:

وهذه مناسبة لجمع كل من المرسبات الصلبة والسائلة وتستخدم فى أفران الصهر، أفران الصلب، تكرير البترول، صناعة الأسمنت، محطات الطاقة .. الخ. وهذه المرسبات من نوعين النوع الأنبوبى (Tubular) نوع اللوح (Plate type).

المرسبات الأنبوبية عادة لها قطب أنبوبى بقطر من 50 إلى 300مليمتر والطول من 2 إلى 5 متر. سرعة الغاز تصل إلى 1.3 متر فى الثانية. وهذه المرسبات لها كفاءة جمع عالية، الا أن إزالة الغبار من الأنابيب يشكل صعوبة الغاز يتدفق من أسفل إلى أعلا.

مرسبات اللوح لها لوح لأقطاب الجمع موضوع موازياً لهم وفى منتصف المسافة بينهم أقطاب سلك التصريف على فواصل متساوية. للاستخدام العملى، هذا النظام شديد الأهمية، فواصل الألواح المتوازية تتراوح من 200 إلى 400 مليمتر، أقطاب التصريف تكون بفاصل 100 مليمتر إلى 400 مليمتر. متوسط السرعة فى المرور تتراوح من 1 إلى 2 متر فى الثانية.

المرسبات ذات الجهد المنخفض:

وهذه تستخدم أساساً لأحكام وضبط الجسيمات الدقيقة التى تتصرف سريعاً على طول قطب الجمع. هذه عادة تعمل فى مرحلتين فى المرحلة الأولى أقطاب التصريف لها جهد تيار من 12 إلى 13 كيلوفولت لتوفير هالة التصريف المرحلة الثانية تتكون من ألواح معدنية متساوية بفواصل 20-25 مليمتر. ألواح تبادلية يتم شحنها موجب وسالب بواسطة 6 إلى 6.5 كيلوفولت.

الفصل العاشر

10

الملوثات الغازية وإزالة الرائحة

1. عــام :

حماية الهواء من مصادر التلوث أصبح ذو اهتمام بالغ. يتم صرف نوعيات كبيــرة مــن الملوثات فى الهواء مثل الملوثات الطبيعية، حبوب اللقاح، البكتريا..الخ. جــسيمات الغبــار، الدخان، الغازات، الأبخرة. هذه الملوثات يتم صرفها من الأنشطة الصناعية والأنشطة الغيــر صناعية.

إزالة الملوثات الغازية والرائحة من تلك المصادر يمكن أن تتم بطرق عديدة منها الطرق الطبيعية والطرق الكيماوية. من بين الطرق الهامة لإزالة الملوثات والرائحــة، الإدمــصــاص (Adsorbtion)، الامتصاص (Absorbrtion) التكثيف، الغشاء، الفصل، الحرق، الكلورة، إزالــة الرائحة والإشعاع.

2. مصادر الملوثات الغازية والرائحة:

يتم صرف آلاف الأطنان من الغبار والغازات الخانقة فى البيئة من المصادر الــصناعية والمصادر المتحركة والصحية. بعض الملوثات الغازيــة الهامــة هــى H_2S, SO_3, SO_2 مركبات الكبريت (Mercaptans)، مركبات النيتروجين NH_3, NO_2, NO ومركبات الاكــسجين CO_2, CO, CO_3 مركبات الهالوجين مثل HCl, HF مركبات العضوية، مواد الألدهايدز.

بعض الغازات ذات الرائحة المنفرة مثل كبريتيد الهيدروجين، CS_2، مركبــات الكبريــت (Mercaptans)، نواتج تحلل البروتين، الفينــولات، وبعــض الهيــدروكربونات. مــن بــين الصناعات الملوثة نتيجة انبعاثات الغازات المسببة للرائحة والملوثة هى صناعة الورق ولــب الورق، صناعة الأسمدة، الصناعات البترولية، دباغة الجلود، المنظفات الــصناعية، الــسكر، الصناعات الكيماوية والدوائية.

جدول (10/1) طرق التخلص من الملوثات الغازية والرائحة:

الطريقة	الوسائل
الامتصاص	ماصات الطبقة، أبراج الحشو، الحزم الأنبوبيــة، أعمــدة الموائع، ماصات النافورة، ماصــات الفقاعــة والنقطــة، القرص الدوار، أعمدة الفنشورى، أعمدة رش الفنية، قرص الرش الدوار.
الإدمصاص Adsorbtion	الطبقات المتحركة، طبقات التميؤ، الطبقات الــدوارة، الطبقــة الساقطة.
الامتصاص البيولوجى Bioabsorbtion	باستخدام النمو الميكروبيولوجى
الاحتراق	الحرارى بعد مواقد الاحتراق بالمرشح الحفاز
المعالجة بالأوزون، بالكلور، إزالة الرائحة، إزالة الرائحــة بالتعــادل الإشعاع، حقن مواد فعالة	

أساسيات الإدمصاص :

الإدمصاص هو ظاهرة سطحية عند التصاق مجالين مع بعضهما البعض، أحد المجالين أو بعض المكونات يتراكم أكثر عند السطح مقارنة بالداخل. ظاهرة التراكم هذه عند أسطح التقابل هى رباط بين مجالين وتسمى إدمصاص. يحدث الإدمصاص على المكان النشط للسطح الصلب.

جدول (10/1) خواص مختلف مواد الادمصاص:

مادة الادمصاص	المساحة السطحية (متر مربع/ جرام)
الفحم النشط	1500-1000
الفحم الخشبى	100
السيليكا جيل	850-600
الألومنيا المنشطة	400-100

تصنيف الإدمصاص :

يمكن تصنيف الادمصاص إلى ثلاث مجموعات:

أ- المواد الصلبة الغير أيونية (Non Polar Solids) حيث الادمصاص يكون طبيعياً بالأساس مثل الكربون المنشط.

ب- المواد الصلبة الأيونية (Polar Solids) حيث الادمصاص يكون كيماوياً مع عدم حدوث تغيير في البناء الكيماوى للجزئيات أو السطح مثل أكاسيد السيليكا والألومنيوم. تلك تمتز (Adsorb) كلا الجزئيات الأيونية والغير أيونية، ولكنها تفضل الجزئيات الأيونية.

جـ- أسطح الادمصاص الكيماوى حيث يتم ادمصاص الجزئيات ثم إطلاقها بعد التفاعل والذى يمكن أن يكون أما بالعامل الوسيط (Catalytic) حيث السطح لا يتغير أو بدون عامل وسيط الذى يتطلب استبدال الذرات السطحية.

مواد الادمصاص يمكن تقسيمها إلى التقليدية أو الغير تقليدية، مواد الادمصاص التقليدية تشمل الكربون المنشط، السيليكا جيل، بلمرات الألومنيا..الخ مواد الادمصاص الغير تقليدية تشتمل، الرماد، الخشب الصلب، اللجنين، الفحم الحجرى، نشارة الخشب..الخ.

الكربون المنشط: (Activated Carbon)

الكربون المنشط هو مادة الادمصاص المستخدمة عادة نظراً لأن له مساحة سطحية كبيرة لوحدة الوزن أو الحجم للمادة الصلبة. الكربون المنشط هى المتبقى الذى يتم الحصول عليه من العديد من المواد الكربونية مثل الخشب، غلاف ثمرة جوز الهند، الفحم، الخشب، حمأة صناعة الورق، الحمأة البترولية، التى يتم تعريضها لعمليات مختلفة مثل التجفيف، الكربنة، التنشيط. الكربون المنشط مؤثر فى ادمصاص الجزئيات للمواد العضوية، مع انتقائية أقل مقارنة بمواد الادمصاص الأيونية الأخرى. الكربون المنشط مؤثر فى ادمصاص الجزئيات العضوية حتى من تدفقات الغاز الرطب.

تشرب مواد الادمصاص (Adsorbent Impregnation)

تأثير مواد الادمصاص يمكن زيادته بالتشرب تأثير تشرب الادمصاص يمكن أن يرتبط بأى من الأدوات الآتية:

أ- مادة التشرب (Impregnant) يمكن أن يكون عامل وسيط الذى يحول الملوث كيماوياً إلى المنتج الغير ضار او القابل للادمصاص

ب- مادة التشرب يمكن أن تكون عامل وسيط الذى يعمل باستمرار.

جـ- مادة التشرب يمكن أن تكون عامل وسيط الذى يعمل بطريقة متقطعة.

جدول (10/3) مواد التشريب لمواد الادمصاص

مادة الادمصاص	مادة التشرب	الملوث	الإجراء
الكربون النشط	البروم	ايثيلين، إيثير	التحول إلى ثنائى البروم الذى يظل على الكربون
		الزئبق المركبات الكبريتية Merecaptans	التحول إلى (HgBr) الأكسدة
الألومنيا المنشطة	برمنجنيات البوتاسيوم	الغازات سهلة الأكسدة خاصة الفورمالدهيد	الأكسدة
	كربونات أو بيكربونات الصوديوم	الغازات الحامضية	التعادل

آلية الادمصاص (MECHANISM OF ADSORPTION)

آلية الحركة الكلية لنظام الادمصاص المستخدم تتأثر بكل من نوع طريقة التصاق الغاز - الصلب وعمليات انتقال المادة التى يتم ادمصاصها من جملة الغاز إلى السطح الداخلى لمادة الادمصاص. عملية الانتقال الآتية يمكن أن تؤثر على المعدل الكلى لعملية الامتصاص كما يجب أن تؤخذ فى الاعتبار.

أ- انتقال المادة الممتزة من تدفقات الغاز إلى السطح الخارجى لمادة الادمصاص.

ب- الانتشار خلال المرور مع الجسيمات خلال

- المسام الكبيرة Macropores.
- المسام الصغيرة Micropores
- الادمصاص عند المكان المناسب على السطح الداخلى للجسيمات.

مبادئ التصميم لمعدة الادمصاص:

المتطلبات العامة التى تفرضها ظاهرة الادمصاص على تصميم المعدة هى كالآتى:

أ- فترة طويلة للالتصاق بين تدفق الهواء وطبقة الادمصاص لتحقيق كفاءة الادمصاص.

ب- إمكانيات ادمصاص كافية

جـ- مقاومة صغيرة لتدفق الهواء للأداء الجيد لتجهيزات تحرك الهواء المستخدمة.

د- تجانس توزيع تدفق الهواء فوق طبقة الادمصاص لضمان الاستخدام الكلى لمادة الادمصاص.

هـ- المعالجة المسبقة للهواء لإزالة الجسيمات التى لا يتم ادمصاصها والتى تعيق أداء طبقة الادمصاص.

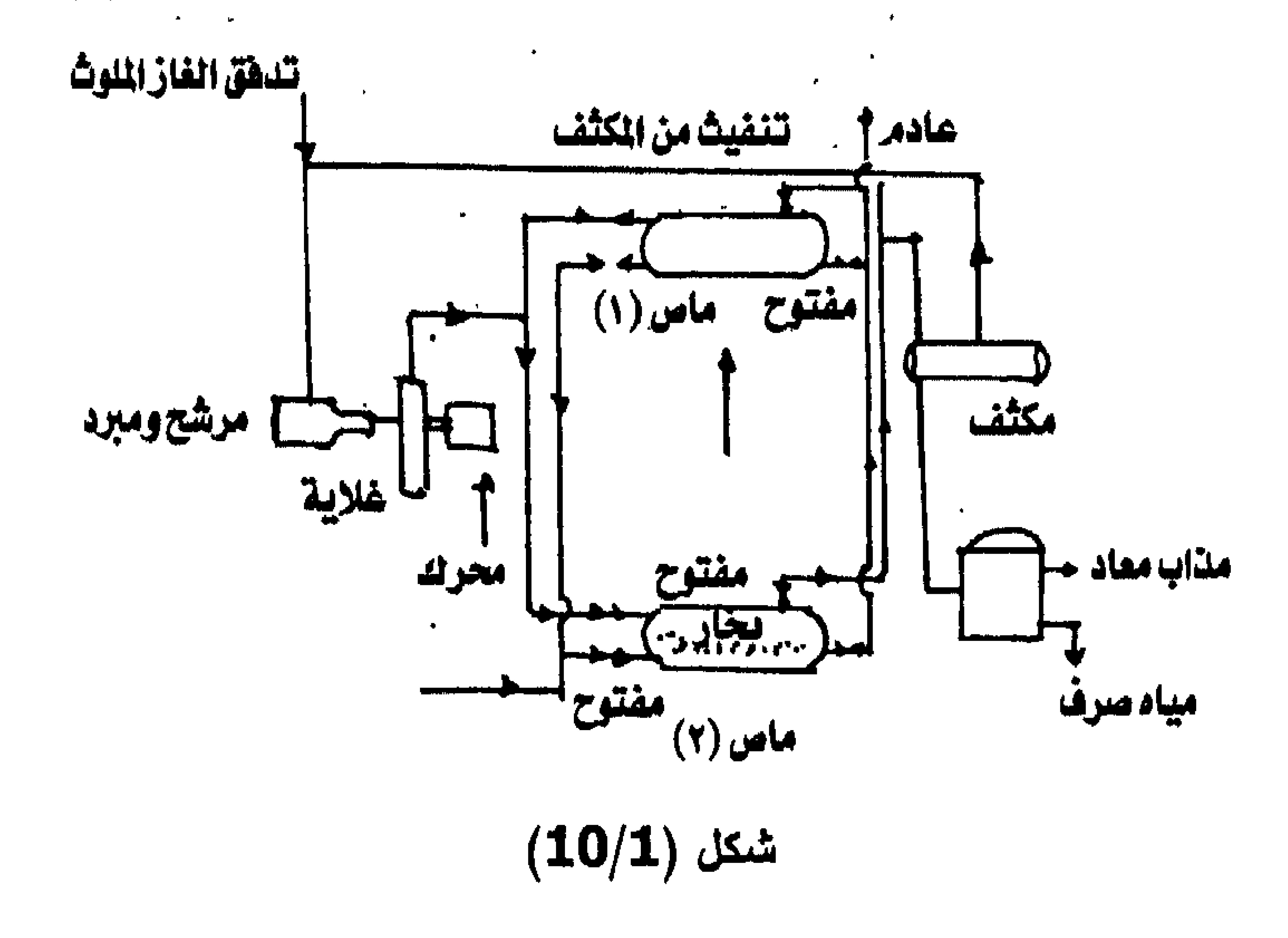
و- أهمية إزالة المادة الممتزة بعد الوصول إلى حالة التشبع.

معدة الادمصاص:

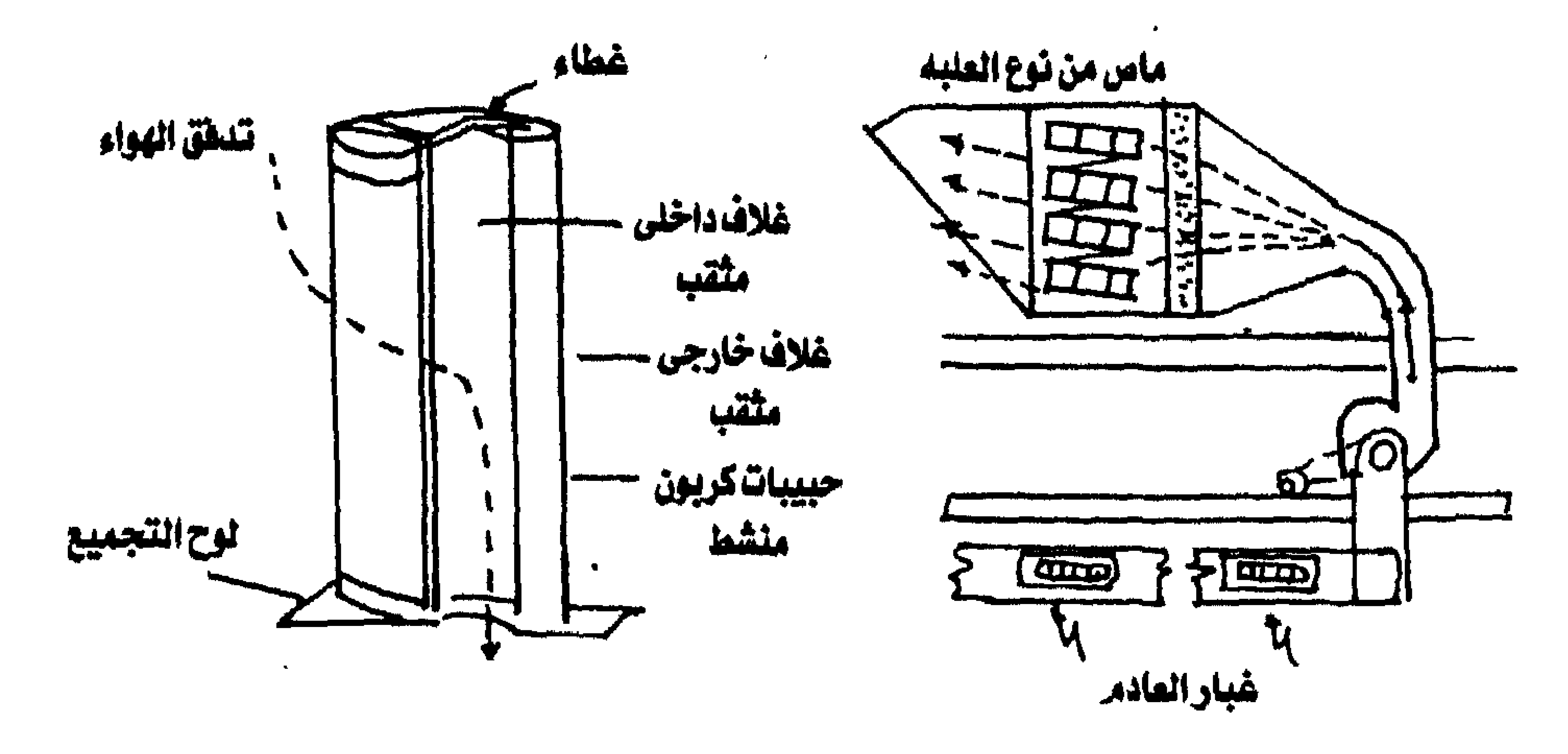
الأنواع المختلفة للمعدات المستخدمة فى الادمصاص موضحة فى الجدول (10/4) معظم نظم الادمصاص من نوع دورة الطبقة الثابتة أنواع أخرى تكون من الطبقات المتحركة أو طبقة التميؤ، أو الطبقة الدوارة، أو الطبقة الساقطة.

جدول (10/4) بعض أنوع معدات الادمصاص:

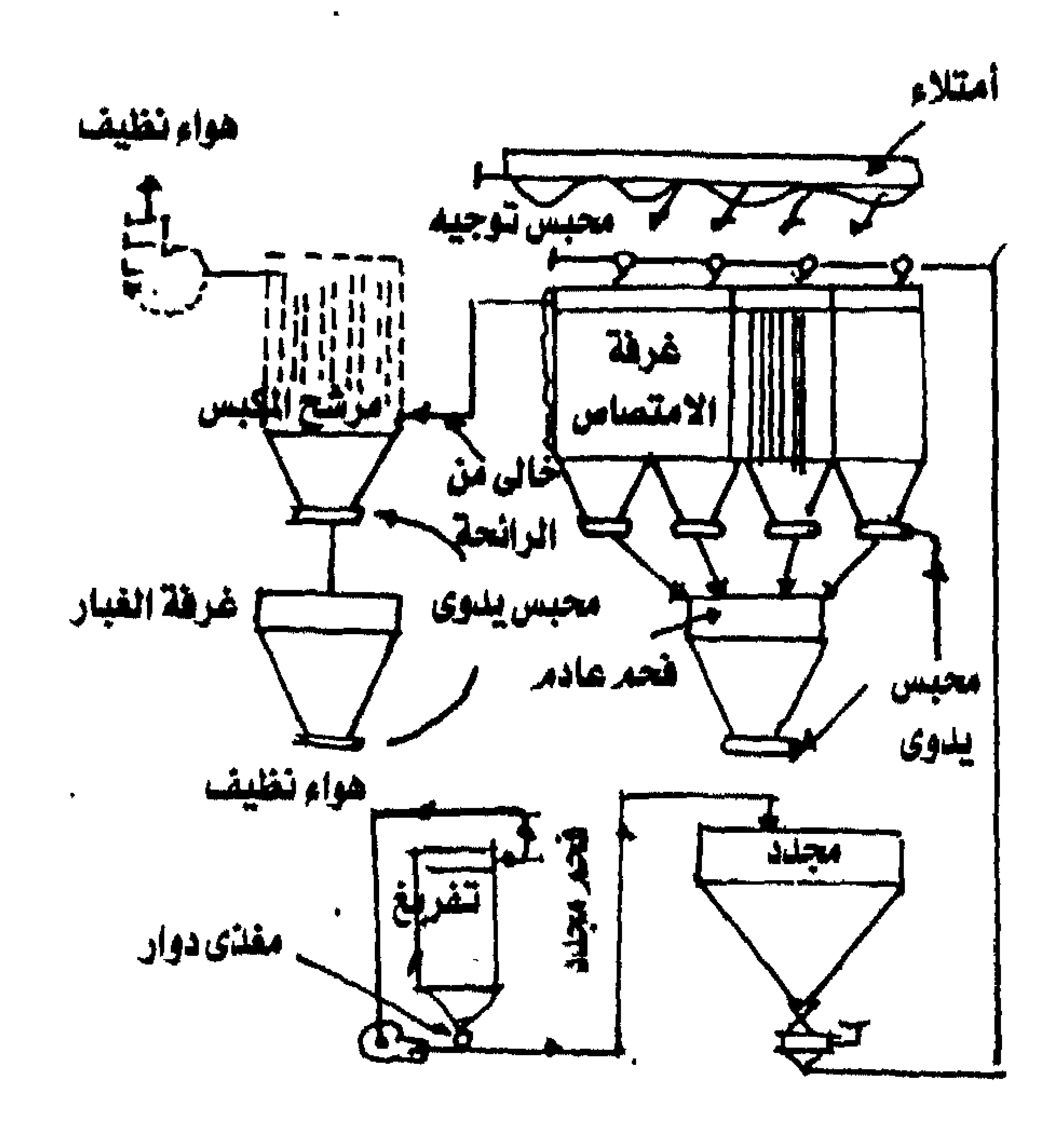
النوع	العمل والاستخدام
الخرطوشة الصغيرة التى يتم التخلص منها أو إعادة شحنها.	التدفقات الصغيرة، ذات كفاءة عندما تكون المادة الممتزة ذات تركيز قليل.
الطبقات المجددة الثابتة	عندما يكون حجم التدفق أو تركيز المادة الممتزة عالياً بما يجعل الاستعادة ذات جدوى أو عندما تكون تكلفة مادة الادمصاص عالية.
الطبقات الضحلة	في حالة الحجم الكبير للغاز مع التركيز المنخفض للملوثات
الطبقات العميقة	عند زيادة تركيز الملوث عن 100 جزء في المليون أو زيادة التدفق عن 4.7 متر مكعب/ الثانية
الطبقة المتحركة	مادة الادمصاص التى تم إعادة تجديدها يتم إضافتها باستمرار أعلا الطبقة بمعدل يحقق ثبات سمك الطبقة تتم الإزالة المستمرة لمادة الادمصاص المشبعة من قاع الطبقة وعادة تنشيطه قبل عودته إلى أعلا الطبقة، الغاز المطلوب معالجته يدخل عند القاع ويمر فى اتجاه معاكس لمادة الادمصاص بطيئة الحركة. يستخدم في حالة التركيز العالى للملوثات.
طبقة التميؤ Fluidised bed	الجسيمات تزال باستمرار مع إعادة تنشطيها لاستمرار جسيمات الطبقة غير مشبعة نسبيا للاستخدام في الادمصاص للمواد العضوية.
الطبقة الدوارة Rotating Bed	لخفض كمية الكربون الخامل في النظام وتحسين استخدام الكربون.
طبقة التميؤ	الجسيمات يسمح لها بالسقوط خلال تدفقات الغاز الصاعد .



شكل (10/1)



شكل (10/2)

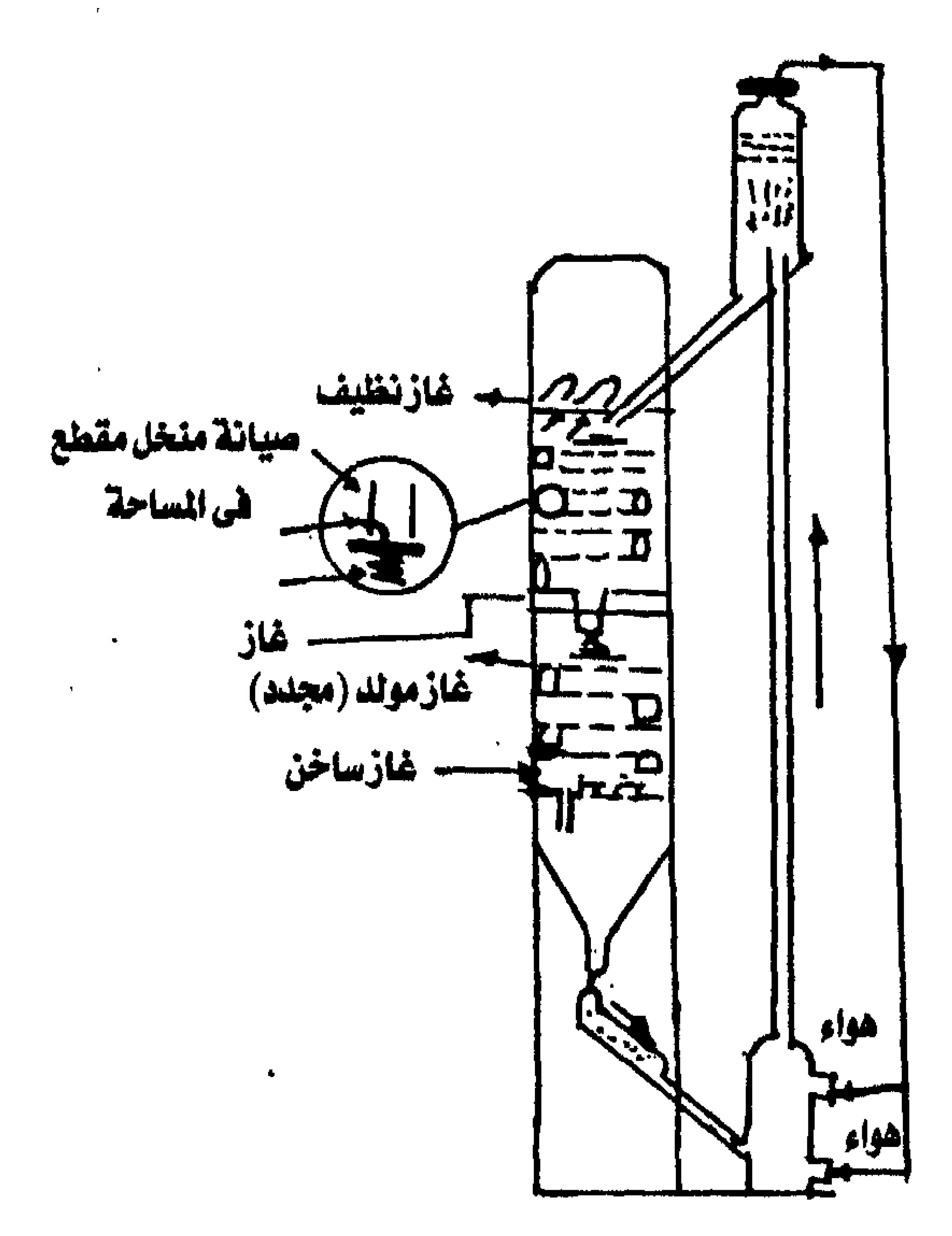


شكل (10/3) الامتصاص بالطبقة الساقطة

إعادة تجديد مواد الادمصاص (REGENERATION OF ABSORBERS)

إعادة تجديد مواد الادمصاص تعتبر عملية شديدة الأهمية في الادمصاص والجزء الرئيسى للتكاليف الجارية لأى عملية ادمصاص تقع علـــى مرحلـــة التجديـــد لمـــادة الادمصاص الدورات المختلفة المستخدمة لدورات التجديد – الادمصاص هى الـــدورة

الحرارية المتأرجحة (Thermal Swing Cycles)، دورة الضغط المتأرجحة (Pressure Swing Cycle)، دورة تنظيف وغسيل الغاز، دورات الإزاحة، الدورات المجمعة شكل (10/4).



شكل (10/4) ماص التميؤ بالإتجاه المعاكس مع التجديد

استخدام الادمصاص لأحكام انبعاث الغازات والرائحة عند المنبع:

أ- استعادة البخار في العمليات الصناعية:

معظم الاستخدامات تكون في استعادة المذيبات من تيار تدفق الهواء الخالى من الجسيمات حيث تركيز البخار يكون أعلا من 700 جزء في المليون. والكربون المنشط وجد أنه مؤثر جداً في ادمصاص مختلف المركبات العضوية.

ب- إزالة الرائحة من مصادر انبعاثها:

كثير من المواد المسببة للرائحة عند تركيزات منخفضة مثل جزء في البليون أو أقل يمكن اكتشافها، ويمكن إزالة الرائحة المنفرة لمثل هذه الغازات بالادمصاص على الأجسام الصلبة.

جـ- ادمصاص CS_2, H_2S من الغاز العادم من عمليات إنتاج الفسكوز:

يمكن إزالة هذه الغازات في وحدة ادمصاص واحدة باستخدام الكربون المنشط.

د- ادمصاص الغازات المحتوية على الكبريت:

الكربون المنشط يعمل كحافز التصاق لمختلف التفاعلات لمركبات الكبريت بما فيها أكسدة H_2S إلى كبريت SO_2, SO_3 أو إلى H_2SO_4 واختزال SO_2 أو حامض الكبريتيك بواسطة H_2S لإنتاج الكبريت.

هـ- ادمصاص غازات NO_x:

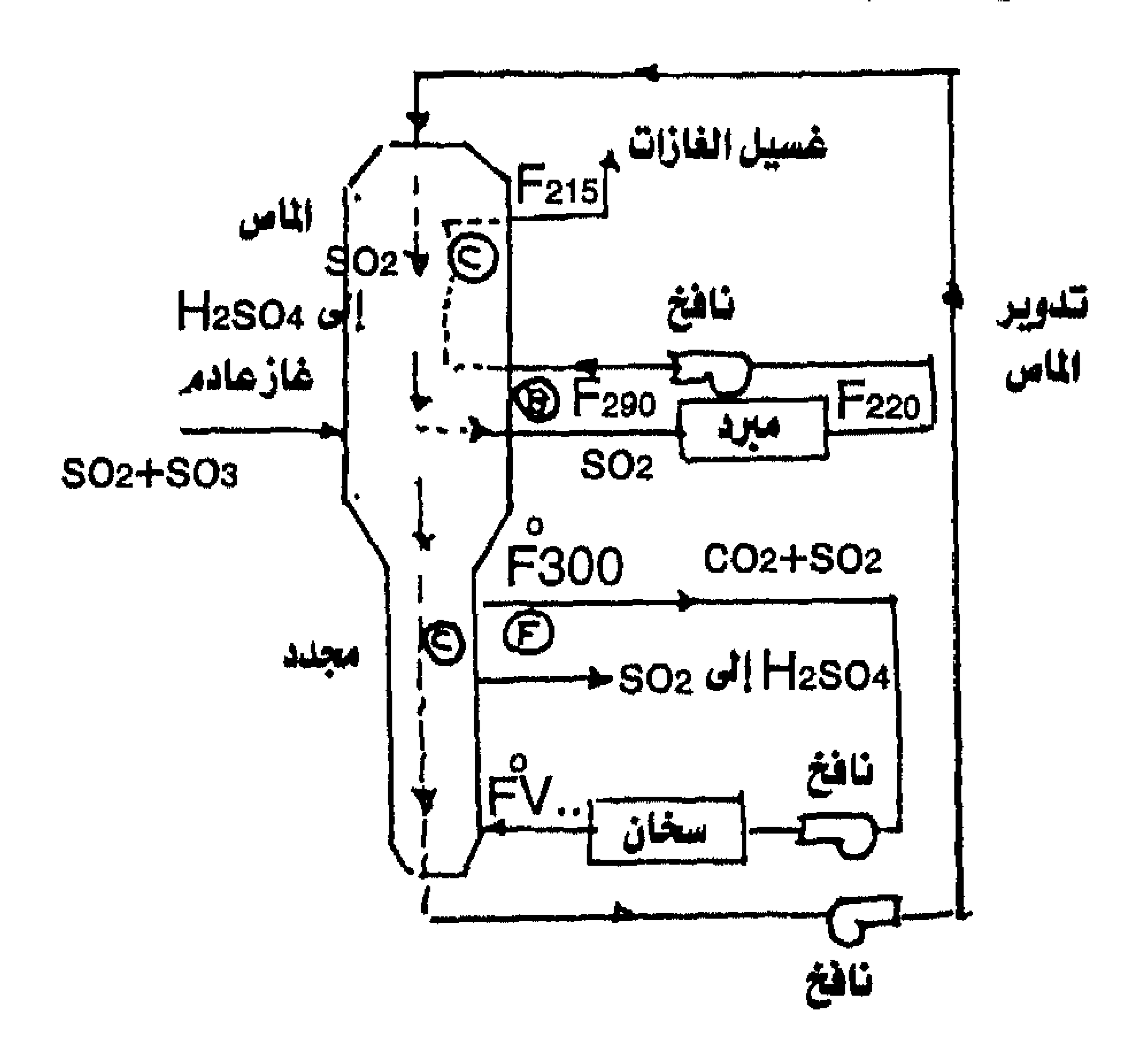
الطرق المستخدمة لإزالة NO_x من الغازات العادمة مبنية على أساس الادمصاص الطبيعى وبالعامل الوسيط.

د- ادمصاص أبخرة الزئبق:

يمكن إزالة أبخرة الزئبق باستخدام الكربون المنشط والتبادل الأيونى.

ز- أحكام انبعاث الغازات المشعة:

الادمصاص بالكربون المنشط يمكن استخدامه لمنع الغازات المشعة من المفاعلات النووية أو من المصادر الأخرى.



شكل (10/5) رينولفت

الفصل الحادى عشر

11

نظام التهوية الصناعى

Industrial Ventilation

1ـ عـــام :

فى كثير من الأنشطة الصناعية توجد حالات خطرة التى يمكن أن تـــؤثر علـــى صحة وسلامة العاملين . الأبخرة والغازات من أحواض التخزين، وأحواض التصنيع والأنواع الأخرى لمعدات التصنيع. كذلك ينتج الغبار من كثر من العمليات الصناعية. رش البويات وينتج الغبار الذى يمكن أن يصل إلى أماكن العمل.

توجد أربع طرق لمنع تعرض العمال للمستويات الضارة من الملوثات وهى:

أ- استبدال العملية الخطرة بعملية غير خطرة.

ب- احتواء وتغليف مصدر التلوث استخدام حاويات بدلاً من الأحواض الغير مغطاة لتخزين الكيماويات.

جـ- تخفيف تركيز الملوثات بتوفير التهوية المناسبة للمنطقة القريبة من مصدر التلوث.

د- توفير غطاء تصريف (Exhaust Hood) الذى يضمن أن المواد المتسربة سوف يتم امتصاصها ولا تنتشر فى مكان العمل بالإضافة إلى الإجراءات السابقة فإن تجهيزات الحماية مثل الأقنعة يتم توفيرها للعمال عند الضرورة.

مشكلة التهوية الصناعية تختلف عن التحكم في التلوث لأنه في هذه الحالة تكـــون الطريقة العادية للتهوية هى لإزالة الملوثات من فراغ العمل بصرفها خارج الأبــواب. كلا هاذين المطلبين المتناقضين يمكن تحقيقهما بإقامة تجهيزات التحكم في التلوث قبل صرف تيار التهوية. لذلك، فإن كلا من التحكم في التلوث الصناعى والتهوية يــسيرا جنباً إلى جنب رغم أن المبادئ الهندسية في كليهما تكون متشابهة إلى حد مـــا يمكـــن القول بأمان أن معظم الطرق المطلوبة للتحكم في التلوث هى يجتنب إنتاج الملوثات في مكان العمل، والذى يجعل كذلك من التهوية الصناعية عمل أكثر سهولة.

نظم التهوية:

يوجد نوعين من نظم التهوية الصناعية وهما التخفيف والصرف المحلـــي. فـــي التهوية بالتخفيف فإنه يتم خلطه الملوثات المنطلقة في مكان العمل مع تدفقات الهـــواء خلال الغرفة. يمكن استخدام دخول الهواء أما بالطريقة الميكانيكية أو الطبيعية لتخفيف ملوثات الهواء.

في نظام التصريف المحلي يتم اقتناص الملوثات عند المصدر قبل تـــسربها نحـــو مكان العمل. في نظام التصريف المحلي تتم إزالة الملوثات ولـــيس مجـــرد تخفيـــف الملوثات. نظام التصريف أكثر تكلفة وصعوبة فى التصميم مقارنة بنظام التخفيف.

نظم التهوية بالتخفيف:

في نظم التهوية بالتخفيف للملوثات في أماكن العمل يتم التخفيف إلى مستوى مقبول بتوفير تدفق الهواء الكافى، يمكن تقسيم التخفيف بالتهوية إلى التهوية الطبيعية والتهوية الميكانيكية.

1- التهوية الطبيعية:

التهوية الطبيعية هى حركة الهواء خلال مكان العمل بسبب الفرق فى درجة حرارة الريح الطبيعى ما بين داخل المبنى وخارج المبنى أو عوامل أخرى حيث لا يستخدم التحريك الميكانيكى للهواء.

تدفق الريح بسرعة 25 كيلومتر/ ألساعة مباشرة عند النافذة مع مساحة مفتوحة مقدارها 3.3 متر مربع يمكن أن يحرك الهواء بمعدل 700 متر مكعب فى الدقيقة خلال النافذة.

2- التهوية الميكانيكية:

في التهوية الميكانيكية تستخدم وسائل ميكانيكية مثل المراوح، النافخات (Blowers)، الشفاطات..الخ للتخفيف بالتهوية أو لإزالة الهواء.

كمية تدفق هواء التخفيف المطلوب تتوقف على:

- معدل الملوثات المنطلق.
- سمية الملوث وقابليته للاشتعال.
- تركيزات حمل الهواء المقبولة.
- الكفاءة النسبية لإجمالى حجم الهواء المتدفق خلال المساحة. حجم الغرفة لا يتم استخدامه لحساب متطلبات التخفيف لأن تدفقات الهواء لهذا النظام ليست مبنية على تغيرات هواء الغرفة فى الساعة كما هو المستخدم عادة فى تهوية التصريف للراحة العامة.

التخفيف بالتهوية للصحة:

الجدول الآتى يوضح التخفيف بالتهوية للملوثات السامة

معدل تدفق هواء التخفيف للملوثات السامة والمسببة للإثارة والمضايقات:

$$Q=\frac{FPWK}{ML}X10^{4}$$

حيث :

Q = تدفق هواء التخفيف متر مكعب/ الدقيقة.

W = كمية السائل المستخدمة في الفترة الزمنية.

F = معامل التركيز للوحدات لـــW

P = الجاذبية النوعية للسائل.

M = الوزن الجزئي للملوثات.

L = التركيز المقبول للملوثات في الهواء بالجزء في المليون.

K = معامل أمان لزيادة تدفق الهواء المحسوب عادة K تتراوح مـــا بـــين 3-10 طبقاً لعدد العمال.

جدول (11/1) الخطوط الإرشادية للسمية للتخفيف بالتهوية.

درجة السمية	تركيز الملوثات في الهواء جزء في المليون
سمية خفيفة	أكبر من 500
سمية متوسطة	100 – 500
سمية شديد	أقل من 100

التخفيف لمقاومة الحريق:

كذلك يتم تبنى التخفيف في الغازات القابلة للاشتعال أو القابلة للانفجـــار، وكـــذلك للأبخرة والغبار إلى المستوى الآمن دون حدود الانفجار الـــدنيا للغـــازات والأبخـــرة والغبار . التخفيف يجب أن يتم قبل وصول الهواء الملوث أى مصدر للاشتعال.

معدل تدفق الهواء لمنع حدوث الاشتعال / الانفجار هى :

$$Q = \frac{F.P.W.C.}{LEL.M.B} X100$$

حيث :

W = كمية السائل القابل للاشتعال المستخدم في الفترة الزمنية.

F = معامل التحويل للوحدات.

C = معامل يتوقف على نسبة (LEL) المبولة للحالة الآمنة.

M = الوزن الجزئي للملوث.

LEL = حد الانفجار الأدنى لنسبة الملوثات

(Lower Explosive Limit Of Contaminant Percent)

B = ثابت يعكس أن (LEL) يقل عند درجة الحرارة العالية.

P = واحد لدرجة حرارة حتى 250 درجة فهرنهيت.

= 0.07 لدرجة حرارة أعلا من 280 درجة فهرنهيت.

وضع نظام التخفيف بالتهوية :

نظام التخفيف يعمل في أفضل حالاته عندما يكون مدخل الهواء ومروحة السحب موضوعين بما يمكن من تدفق الهواء الكثير خلال منقطة انطلاق الملوث، حيث الهواء الذى يمر خلال المنطقة يمكن من التخفيف الفورى للملوثات إلى المستويات الآمنة. نظام الإمداد بالهواء بالنافخات ومخارج الهواء قرب منطقة العمل لتوفير الكمية الصحية من الهواء عند المكان الصحيح.

يتم التنظيف بما يمكن من حركة الهواء من الأنظف إلى المساحة المستهدفة توضع المروحة بحيث أن وحدة الهواء التى تطلق الملوثات تكون أقرب ما يمكن من المراوح.

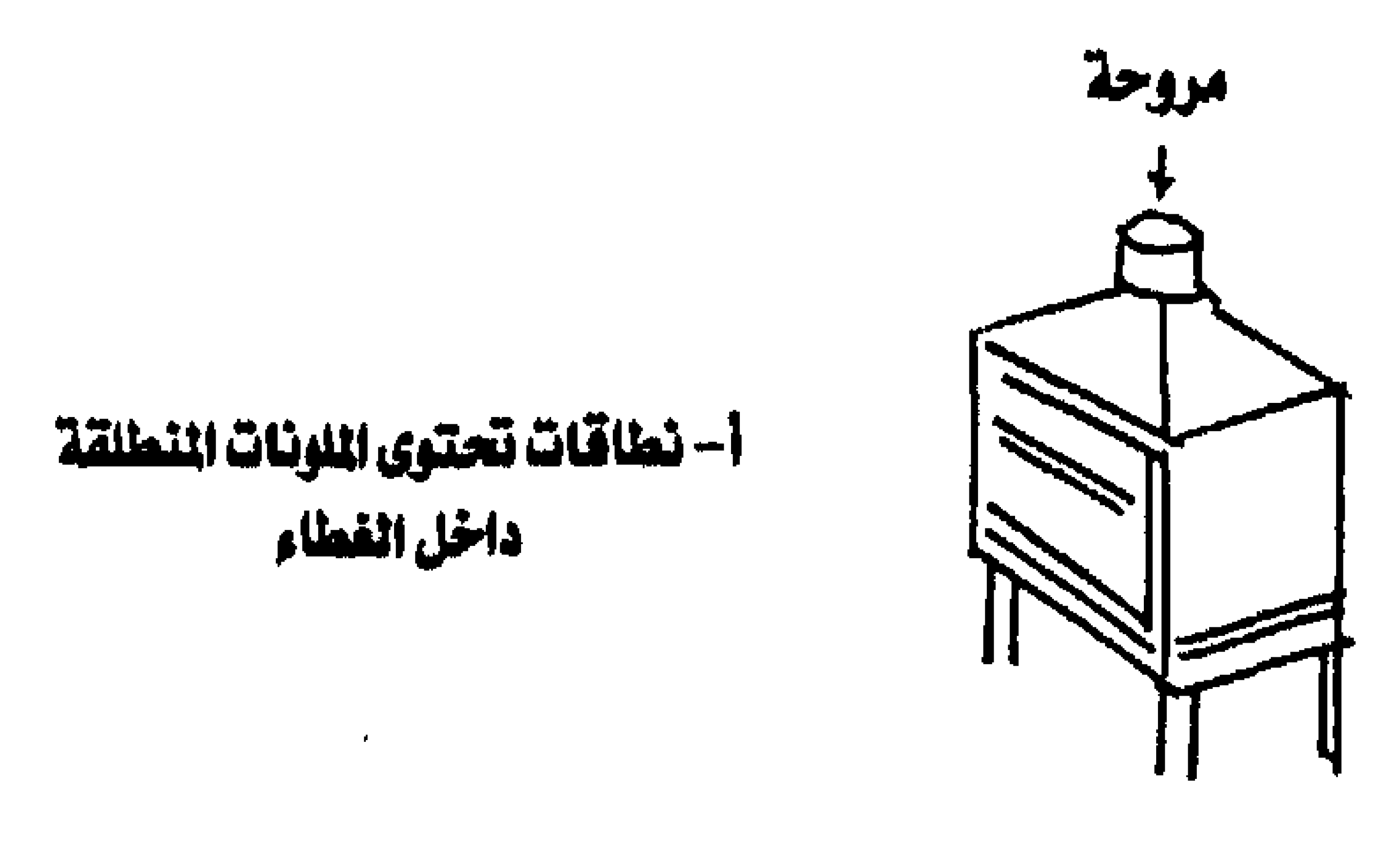
الاختيار المناسب للغطاء أو السقف PROPER HOOD SELECTION

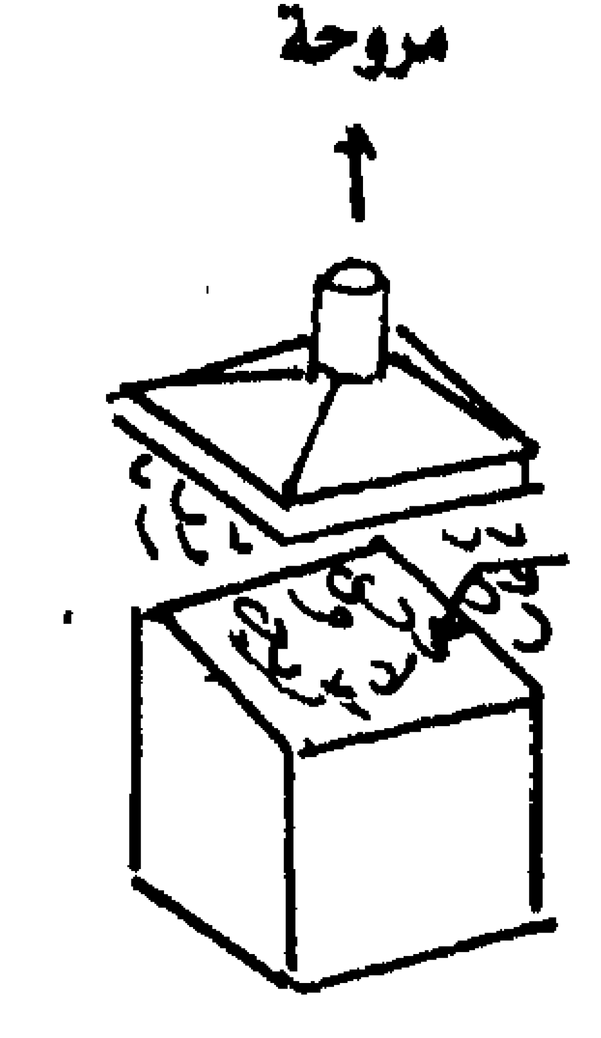
الغطاء يعتبر جزء هام من نظام التهوية لا يوجد نظام تصريف محلى يعمل جيداً بدون الاحتجاز الكافى للملوثات أو حبسها بواسطة الأغطية بما يمكن من أن تكون الملوثات فى هواء غرفة العمل أقل من الحدود المقبولة كلا من تصميم ووضع الأغطية لهم أهمية في إمكانية عمل النظام من عدمه.

أنواع الأغطية المختلفة:

توجد ثلاث أنواع من الأغطية التي تعمل طبقاً لمبادئ مختلفة:

1. **الأغطية المقفلة:** وهذه تحيط بمصادر التلوث ما أمكن ذلك. الملوثات تظل داخل الغلاف من خلال تدفق الهواء إلى الخارج خلال فتحة في الغطاء.
2. **الأغطية المستقبلة:** العملية خلال تدفق الملوثات في اتجاه معين، مثال: الفرن الذى يبعث التيار الساخن من الهواء والغازات التى ترتفع فوق الوحدة. الغطاء المثالى لهذا النوع هو وضع الغطاء بحيث أنه يمكن بالملوثات التى تقذف فيه.
3. **الأغطية المقتنصة (Capturing):** الأغطية التى تقتنص الملوثات التى تصل إليها في غرفة العمل. يتم حساب تدفق الهواء نحو الغطاء لتوليد سرعة اقتناص كافية في المساحة الهوائية أمام الغطاء. سرعة الاقتناص المطلوبة تتوقف على كمية وحركة الملوثات والهواء الملوث.





الأنواع المختلفة للأغطية موضح في الشكل (11/1)

شكل (11/1) الثلاث أنواع من الأغطية النطاقات / أغطية الاقتناص / أغطية الاستقبال

منظف الهواء : (AIR CLEANER)

الهواء العادم من نظام التهوية يجب أن يتم تنظيفه قبل حرقه في الجو. توجد تجهيزات تنظيف الهواء المختلفة مثل، المرشحات النسيجية، الترسيب الكهروستاتيكى، الغسيل الرطب، السيكلونات وتلك مستخدمة على نطاق واسع لفصل الملوثات من تدفقات الغاز. اختيار تجهيزة النظافة يتوقف على طبيعة الملوث، سميته، وكميته.

مراوح التصريف: (EXHOUST FANS) (الشفاط)

المراح تكون مطلوبة لتحرك الهواء في نظام التهوية. المراوح تولد الامتصاص في النظام الذى يسحب الهواء الملوث في خلال الأغطية. المراوح لها بعض المرونة في الإنشاء نظراً لأن طاقتها تزداد مع زيادة سرعة المروحة، هذا يزيد كذلك من استهلاك المروحة للطاقة اختيار المروحة الصحيحة لنظام التهوية يلزم توفير المعلومات الآتية:

1. حجم الهواء اللازم إزالته.
2. الضغط الاستاتيكى للمروحة.
3. نوع وتركيز الملوث في الهواء.
4. أهمية مستويات الصوت كعامل حدى.

حجم المروحة (الشفاط) فى نظام التهوية يجب أن يتم توصيفه بواسطة كل من التدفق الحجمى للهواء (متر مكعب/ الدقيقة) والضغط الاستاتيكى للمروحة (فى سم من الماء) كلا هذين العاملين توصف مقدار الهواء الذي يمكن للمروحة أو تحركه مقابل المقاومة أو نظام الضغط الاستاتيكى للنظام

الضغط الاستاتيكى يقدر بالآتى:

الضغط الاستاتيكى للمروحة FSP (Fan static Pressure)

الضغط الاستاتيكى للمروحة = الضغط الاستاتيكى عند مدخل المروحة + الضغط الاستاتيكى عند مخرج المروحة – سرعة الضغط عند مدخل المروحة، سم ماء .

$$FSP = SP/_{inlet} + SP/_{outlet} - VP\ /_{inlet}$$

سرعة الضغط:

سرعة الضغط هى كمية الطاقة الحركية في الهواء المتحرك وعلاقتها بالسرعة كالآتى:

$$VP=\left(\frac{V}{4005}\right)^2$$

حيث :

VP = سرعة الضغط / سم

V = السرعة متر/ الدقيقة

المجارى الهوائية: (DUCTS)

قطر وطول المجارى الهوائية يعتبر عامل هام في تصميم نظام التهوية، قطر وأعداد مجرى التهوية ونوع الانحناءات تؤثر على مقاومة شبكة المجارى الهوائية – في النظم ذات الأغطية المتعددة، التصميم الذى ينتج عنه مقاومة عالية في فرع واحد سوف يتداخل مع تدفق الهواء خلال كل النظام.

مداخن التصريف: (EXHAUST STACKS)

مدخنة التصريف على نظام التهوية تحقق هدفين، فهى تساعد فى نشر الملوثـات في تدفق العادم بالصرف للهواء فوق مستوى السقف، كما تحسن مـن أداء المروحـة نظراً لأن عدم تساوى توزيع السرعة عند مخرج المروحة يسبب سرعة ضغط عالى عند المخرج. هذا الضغط العالى يمكن أن يسبب الفقد العالى في الصرف في حالة عدم وجود مدخنة على المروحة كل النظام يجب أن يكون لديه على الأقل مدخنة قـصيرة مستطيلة عند المروحة. المدخنة العالية تصرف بسرعة (1000متر/ الدقيقة أو أعلا) وتساعد في تشتت الملوثات نظراً لأن أداء نافورة الهواء يمكن أن يزيـد مـن تـأثير ارتفاع المدخنة تحت حالات الريح القاسية.

الفصل الثاني عشر

12

إزالة الغاز السام

1. عــام :

الملوثات الغازية يمكن إزالتها من تدفقات الغاز بأسلوب محكم وذلك بالامتصاص الطبيعى أو الكيماوى. الغازات الملوثة يتم امتصاصها انتقائياً في المذيب السائل. يتم احتيار المذيب السائل بحيث أن يكون غير مكلفاً وأن تكاليف التشغيل تكون منخفضة وكذلك يمكن استعادته بسهولة. امتصاص الغاز هو العملية التى فيها خليط الغاز يتم التصاقه مع السائل بغرض إذابة تفضيلية لواحد أو أكثر من المكونات وتوفير محلول منهم في السائل. فمثلاً، الغاز المنتج الثانوى من أفران الكوك يتم غسيله بالماء لإزالة الأمونيا ثم بالزيت لإزالة أبخرة البنزين والتولوين. كبريتيد الهيدروجين المنفر تتم إزالته من هذا الغاز أو من الغازات الطبيعية من الهيدروكربونات بالغسيل بمختلف المحاليل القلوية التى يتم امتصاصها فيها.

اختيار المذيب:

الماء هو المذيب الغير مكلف ولكن الخواص الآتية هى من الاعتبارات الهامة:

أ- إذابة الغاز:

إذابة الغاز يجب أن تكون مرتفعة، بذا يزداد معدل الامتصاص وخفض كمية المذيب المطلوبة. عموماً، المذيبات ذات الطبيعة الكيماوية التى تشبه المادة المطلوب إذابتها (Solute) توفر إذابة جيدة. لذلك فإن زيت الهيدروكربونات وليس الماء تستخدم لإزالة البنزين من غاز فرن الكوك.

التفاعل الكيماوى بين المذيب والمذاب ينتج عنه أحياناً إذابة عالية جداً للغاز ولكن في حالة أن المذيب يجب استعادته وإعادة استخدامه فإن التفاعل الكيماوى يجب أن يكون تفاعلاً عكسياً فمثلاً، كبريتيد الهيدروجين يمكن إزالته من خليط الغاز باستخدام محلول إيثانولامين (Elthanolamine) نظراً لأن السلفيد يمتص بسرعة عند درجات الحرارة المنخفضة ويسهل تجريده (Stripped) عند درجات الحرارة العالية. الصودا الكاوية تمتص كبريتيد الهيدروجين ولكن لا تطلقه في عملية التجريد.

ب- قابلية التطاير: (Volatility)

المذيب يجب أن يكون له ضغط بخار منخفض نظراً لأن الغاز الذى يترك عملية الامتصاص يكون طبيعياً مشبعاً بالمذيب ولذلك فإنه يمكن أن يتم فقد الكثير. عند الضرورة، يمكن استخدام سائل ثانى أقل تطايراً لاستعادة الجزء المتبخر من الأول. يتم ذلك أحياناً، مثلا، في حالة ماصيات الهيدروكاربون حيث يستخدم زيت مذيب متطاير نسبياً في الجزء الرئيسى للماص بسبب خاصية التفوق في الإذابة وأن المذيب المتطاير يتم استعادته من الغاز بواسطة زيت غير متطاير. بالمثل يمكن امتصاص

كبريتيد الهيدروجين بواسطة محلول فينولات الصوديوم المائية، ولكن، الغاز المـزال منه الكبريت يتم غسيله بالماء بعد ذلك لاستعادة الفينول المتبخر.

جـ- العدوانية: (Corrosiveness)

مادة الصنع للمعدة يجب أن تكون مقاومة للتآكل وغير مكلفة.

د- اللزوجة:

اللزوجة المنخفضة مفضلة بسبب سرعة معدل الامتصاص.

هـ- كذلك يجب أن يكون المذيب غير سام، غير قابل للاشتعال، وثابت كيماوياً، وأن تكون نقطة تجمده منخفضة.

جدول (12/1) كيماويات الامتصاص العادية للملوثات الغازية:

الملوثات الغازية	كيماويا الامتصاص
HCL, HBr, HF	الماء
كبريتيد الهيدروجين H_2S	محلول الأمونيا، داى إيثانول أمين، ايدروكسيد صوديوم
ثانى أكسيد الكبريت SO_2	أيدروكسيد الصوديوم، صوديوم سلفايت (NO_2SO_3)، محلول الصودا آش، محلول الأمونيا، محلول ردعة الجير المطفى، محلول داى صوديوم فوسفيت، كربونات الليثيوم، كربونات البوتاسيوم
الأحماض العضوية	أيدروكسيد الصوديوم
الفينولات	أيدروكسيد الصوديوم
الفوسجين	أيدروكسيد الصوديوم، الماء
الكلور	أيدروكسيد الصوديوم، صوديوم سلفيت، صوديوم ثيوسلفيت
الميركبتينز Marcaptaines (مركبات الكبريت)	محلول هيبوكلوريت الصودئوم
الأمونيا	الماء، حامض الكبريتيك، حامض النيتريك
الأمينات Amines	حامض الكبريتيك.

الاختيار بين كيماويات الامتصاص السابق ذكرها بالنسبة لغاز معين يتوقف على تركيز الملوث والمنتج النهائى المطلوب.

اختيار المعدة:

الغرض من المعدة المستخدمة في عمليات الغاز – السائل هو لتوفير الالتصاق الجيد لكلا المائعين للسماح بالتسرب الداخلى للمكونات. معدل انتقال المادة يتوقف على

سطح التلامس المعرض بين المجالين، وطبيعة ودرجة انتشار أحد الموائع في الآخر يعتبر ذو أهمية كبيرة. المعدة يمكن تصنيفها طبقاً لمبدأ عملها الرئيسى، وهو أما لانتشار وتشتت الغاز أو السائل، رغم أنه فى كثير من التجهيزات كلا المجالين يصبح منتشراً ومشتتاً.

أ- تجهيزات انتشار الغاز:

تشمل هذه المجموعة تلك التجهيزات مثل الأوعية التى تعمل بالتقليب أو بدون تقليب والأنواع المختلفة لأبراج الصوانى (Tray Towers) حيث فيه يتم انتشار مجال الغاز إلى فقاعات أو رغاوى. أبراج الصوانى هى الأكثر أهمية نظراً لأنها تنتج التيار المعاكس، الالتصاق متعدد المراحل.

ب- تجهيزات انتشار السائل:

هذه المجموعة تشمل التجهيزات التى فيها يتم التشتت السائل إلى طبقات رقيقة من النقاط، مثل حائط الأبراج المبللة، الرشاشات، أبراج الرش، مختلف أبراج الحشو (Packed Towers)..الخ أبراج الحشو هى الأكثر أهمية فى هذه المجموعة.

عمليات الامتصاص:

الاستخدام الهامة للتحكم في الغاز العادم قبل الصرف في الهواء الجوى هو الامتصاص SO_2 المنبعث من محطات الطاقة لحرق الفحم (حوالى ثلثي الانبعاث) ومن حرق الوقود في العمليات الصناعية، وفي صناعة حامض الكبريتيك، وفي عمليات صهر المعادن الغير حديدية.

الجدوى الاقتصادية والتقنية لعملية إزالة SO_2 تعتمد على نوع وكمية مشاكل معالجة الغاز الخارج.

يوجد نوعين من مشاكل معالجة الغاز الخارج وهما :

مشكلة إزالة SO_2 من الغازات العادمة لمحطات الطاقة. الغازات العادمة لمحطات الطاقة تحتوى عموماً تركيزات منخفضة من SO_2 (أقل من 5% بالحجم) ولكن، الانبعاث بمعدلات تدفق حجمية كبيرة. فمثلاً، محطة طاقة تعمل بالفحم المحتوى على 2% كبريت (بالوزن) سوف تنتج 40000 كجرام من SO_2 من كل 106 طن من الفحم.

النوع الآخر من مشاكل معالجة الغاز الحامل لثانى أكسيد الكبريت هو الناتج من التدفقات المحتوية على تركيزات عالية نسبياً وعند معدلات تدفق منخفضة، والتدفقات

من هذا النوع كما في حالة عمليات الانصهار، حيث يكون تركيز الانبعاثات محتوياً على حوالى 10% SO_2 بالحجم.

في هذا المجال سوف يتم التركيز على مشكلة إزالة SO_2 من الغاز العادم من محطات الطاقة. المعالجة تكون مبنية على ما يتم مع امتصاص SO_2 أو تفاعله، حيث تصنف العمليات إلى الآتى:

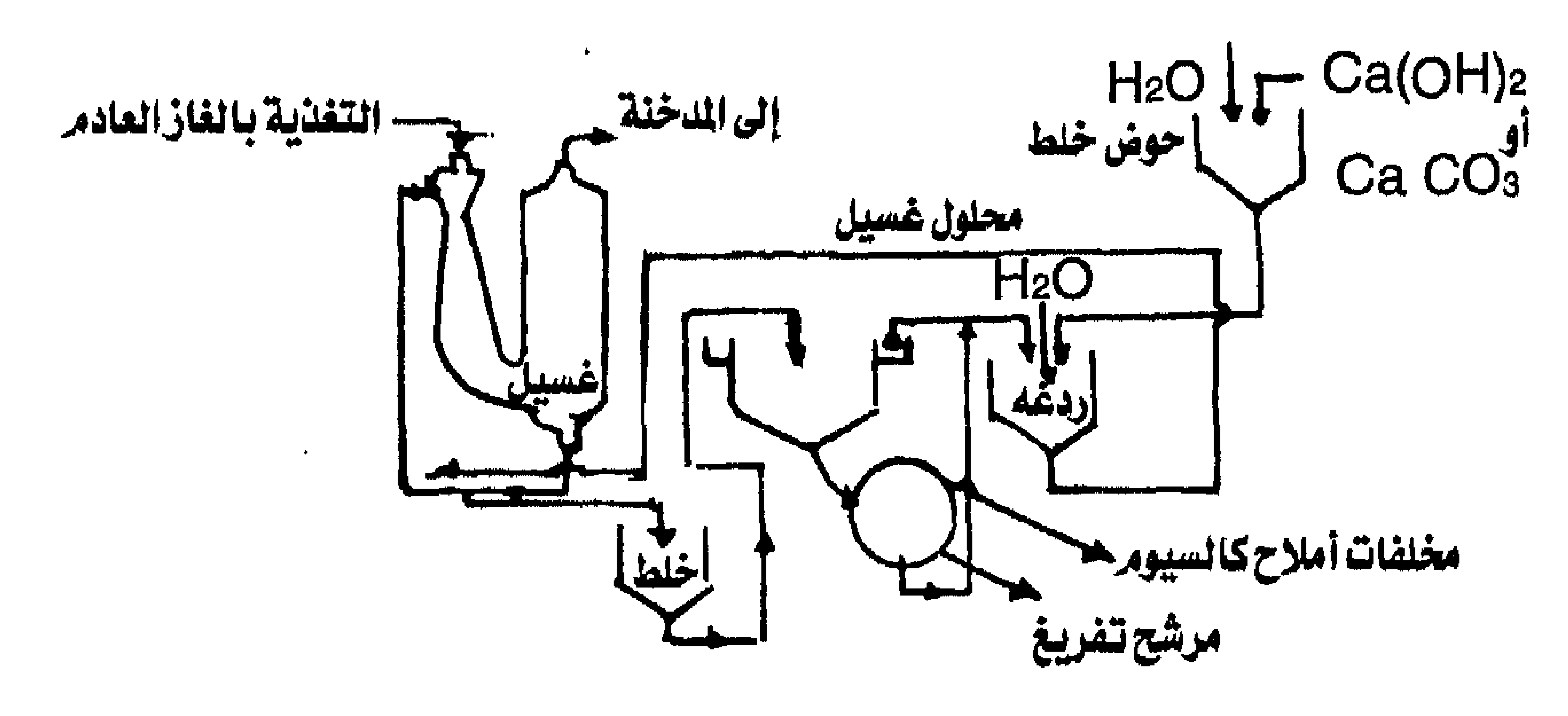
- عملية التخلص (Throw away)
- عملية التجديد (Regenerative)

عملية التخلص:

عملية التخلص الشائعة تتضمن الجير المطفى والحجر الجيرى< تقريباً 75% من نظم إزالة الكبريت تستخدم ردعة الجير المطفى $Ca(OH)_2$ أو ردعة الحجر الجيرى ($Ca\ CO_3$) كسائل غسيل. في هذه العملية يتفاعل SO_2 مع ردعة الحجر الجيرى أو الجير المطفى مكوناً حمأة $CaCO_3$ / $CaSO_4$ التى يجب التخلص منها في حفر الردم. معظم عمليات غسيل الغاز العادم لإزالة الكبريت قادرة على خفض انبعاثات SO_2 بحوالى 90%.

المعدة:

مجففات الرش (Spray Driers) هى الوحدات حيث الغازات العادمة الساخنة تلتصق مع الرش الرقيق، الرطب، القلوى الذى يمتص SO_2. درجة حرارة الغاز العادم (150–300 °م) تبخر الماء من الرشاشات تاركة منتج جاف الذى يمكن جمعه في وعاء (Bag house) المرسب الكهروستاتيكى شكل (12/1)



شكل (12/1) ردفه الجير المطفى أو الحجر الجيرى للغسيل

التفاعلات هى كالآتى:

لكربونات الكالسيوم $CaCO_3 + SO_2 + H_2O = CaSO_4 + CO_2$

للجير المطفى $Ca(OH)_2 + SO_2 = CaSO_4 + H_2O$

المميزات:

- استخدام مادة غير مكلفة نسبياً.
- إنتاج مادة يمكن التخلص منها.

العيوب:

أ- الترسيبات على المعدة بما يسبب ارتفاع تكاليف الصيانة.

ب- اعتمادية أقل بسبب الترسيبات مقارنة بالعمليات الأخرى.

الغسيل بمحلول الصوديوم (بدون تجديد):

المشكلة الرئيسية لكل من الجير والجير المطفى هى الترسيبات والانسدادات داخل وحدة الغسيل. النظام القلوى المزدوج يلغى هذه المشكلة. يتم رش محلول من كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) / أيدروكسيد الصوديوم (NaOH) في البرج. SO_2 يتم امتصاصه ومعادلته في المحلول، نظراً لأن كلا من $NaCO_3$، SO_4 No_2 يذوبا في الماء، فإنــه لا تحدث ترسيبات فى وحدة الغسيل.

التفاعلات كالآتى:

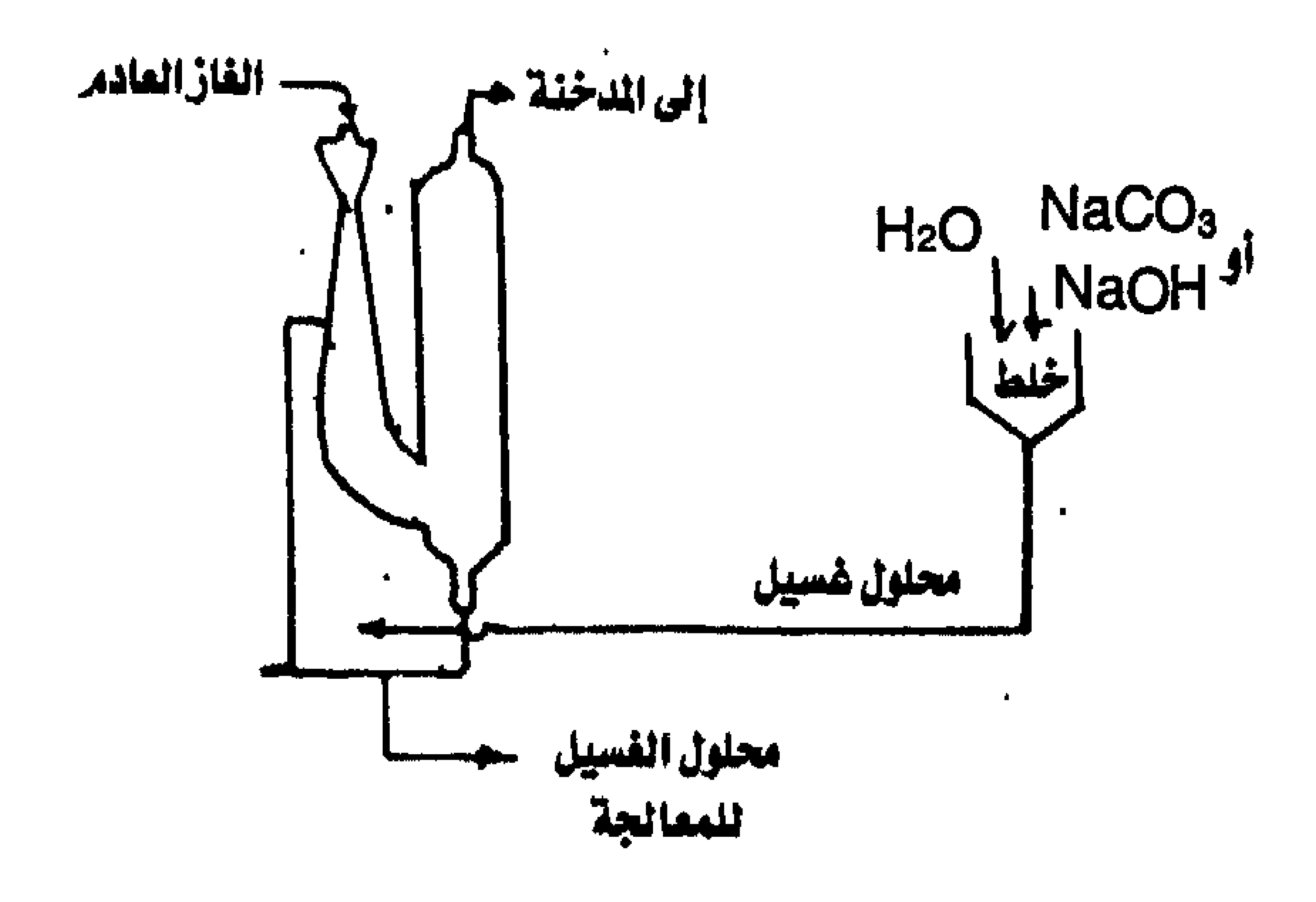
(الإيدروكسيد) $NaOH + SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$

$Na_2SO_3 + 1/2\ O_2 \rightarrow Na_2SO_4$

(الكربونات) $Na_2CO_3 + H_2O + SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O + CO_2$

$Na_2SO_3 + 1/2\ O_2 \rightarrow Na_2SO_4$

تفاصيل العملية موضح في الشكل (12/2)



شكل (12/2) الغسيل بمحلول الصوديوم (بدون تجديد)

مميزات العملية:

أ- أداء يمكن الاعتماد عليه تماماً.

ب- تحويل SO_2 إلى مخلفات سائلة التى يسهل التخلص منها أو معالجتها.

جـ- هذه العملية يمكنها إزالة حوالى 100% من SO_2 في الغاز العادم.

العيوب:

أ- تتطلب استخدام كيماويات مكلفة نسبياً.

ب- مناسبة للغازات ذات التركيز المنخفض من SO_2

غسيل محلول الصوديوم (مع التجديد):

هذه العملية تشبه غسيل محلول الصوديوم بدون تجديد عدا أن امتصاص المنتج الثانوى SO_2 سلفيت الصوديوم (Na_2SO_3) يتفاعل مع الجير المطفى أو الحجر الجيرى. سلفيت الصوديوم يتحول ثانياً إلى الحالة الأصلية مع ترسيب الكبريت الممتص فى شكل سلفيت الكالسيوم ويتم تجديد (NaOH) الشكل (12/3)

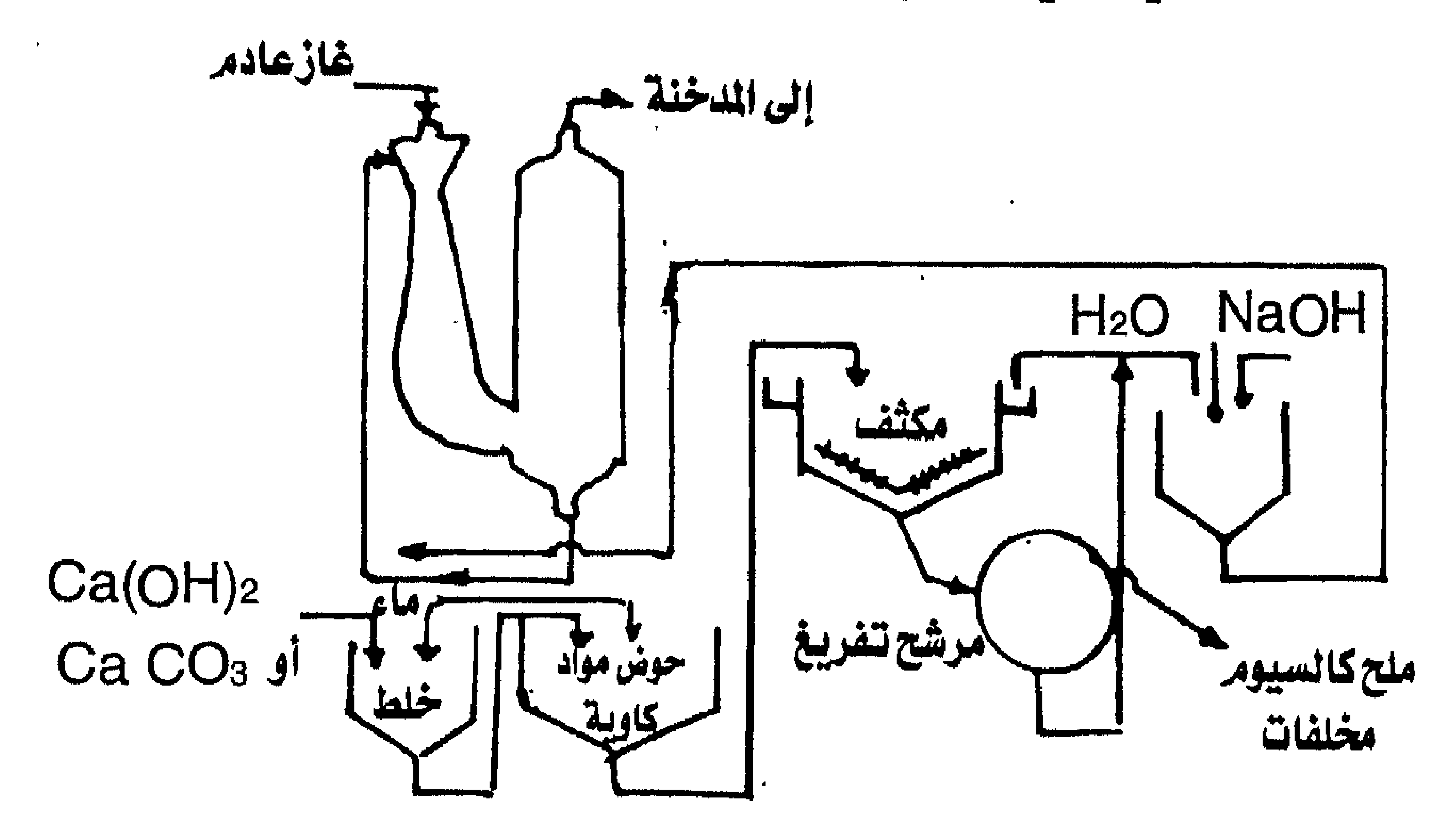
التفاعلات كالآتى:

(الجير المطفى) $Na_2SO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2\,NaOH + CaSO_4$

$NaHSO_3 + Ca(OH)_3 \rightarrow NaOH + CaSO_4 + H_2O$

(الحجر الجيرى)

$2\,NAHSO_3 + CaCO_3 \rightarrow Na_2SO_3 + CaSO_3 + CO_2 + H_2O$



شكل (12/3) الغسيل بمحلول الصوديوم مع التجديد

المميزات:

- يمكن الاعتماد على هذه الطريقة، لا توجد ترسيبات.
- تكلفة أقل مقارنة بالطريقة السابقة مع زيادة حجم وتركيز SO_2 في الغاز العادم.
- سهولة التخلص من المخلفات الصلبة التى يمكن عزلها بسهولة.

العيوب:

- أكثر تعقيداً مقارنة بطريقة محلول الصوديوم بدون تجديد.

الغسيل بأكسيد المغناسيوم:

في هذه العملية يتم تفاعل ردعة (NgO) مع SO_2 لتكوين سلفيت المغنسيوم الغير مذاب حيث يتم الفصل في وحدة الطرد المركزى وعودة السائل إلى دورة الغسيل والقشور الصلبة المحتوية على سلفيت المغنسيوم المائى، MgO الذى لم يتفاعل إلى المجفف. سلفيت المغنسيوم اللامائى والأكاسيد يتم عندئذ إرسالهم إلى وحدة التحميص حيث ينطلق كلا من MgO، SO_2, SO_2 يتم استخدامه أما لإنتاج حامض الكبريتيك أو منتجات كبريت أخرى, MgO يعود إلى وحدة الغسيل الشكل 12/4.

التفاعلات كالآتى:

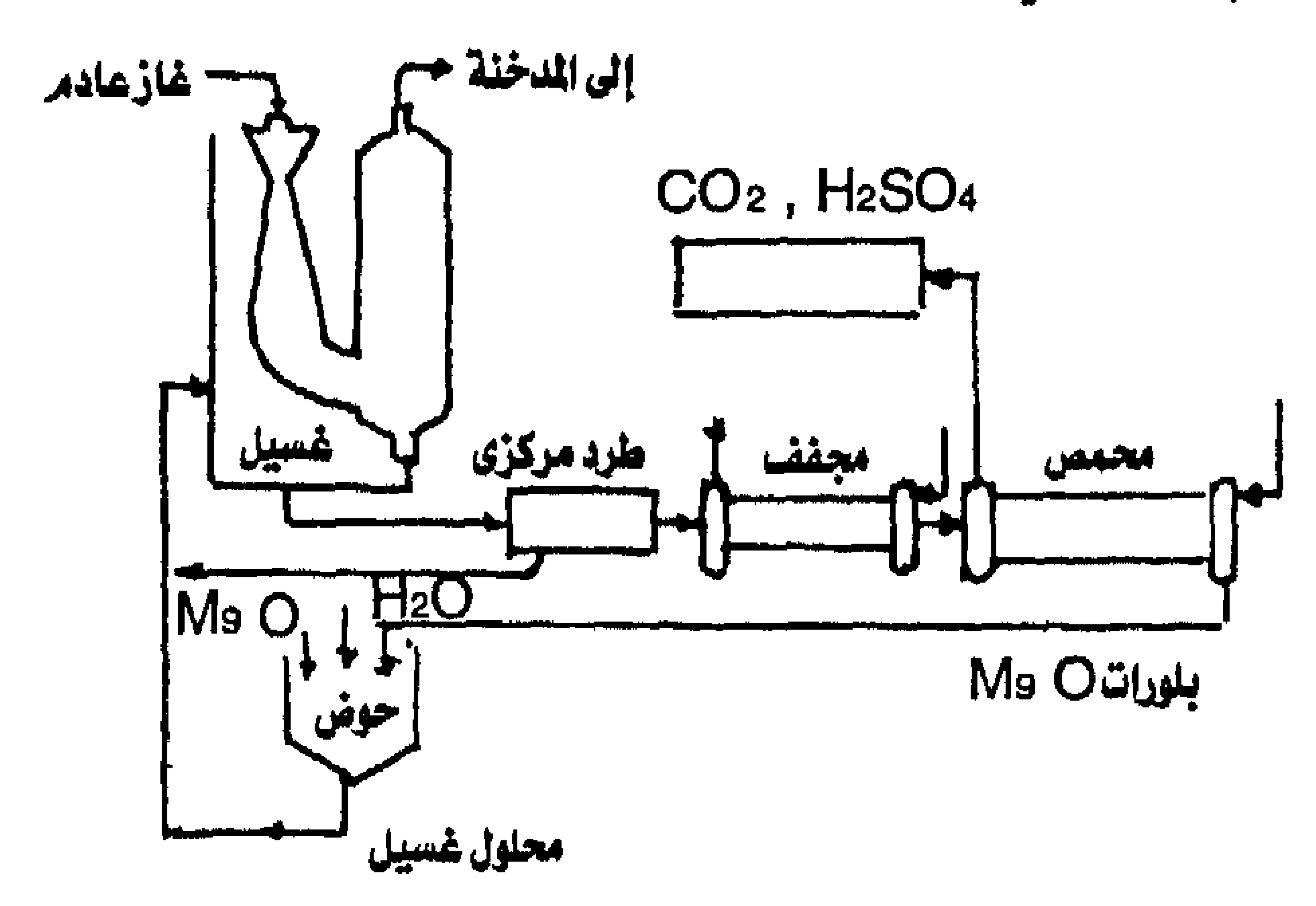
$MgO + SO_2 + 6\,H_2O \rightarrow Mg\,SO_3.\,6\,H_2O$

$Mg\,SO_3.\,6\,H_2O$ – حرارة $\rightarrow Mg\,SO_3 + 6\,H_2O$

$Mg\,SO_3$ – حرارة $\rightarrow Mg\,O + SO_2$

مميزات هذه العملية:

1. لا يوجد منتج ثانوى.
2. استخدام SO_2 في الحال.



شكل (12/4) أكسيد المغنسيوم للغسيل

العملية الرطبة المتزامنة NO_x / SO_x (لإزالة الملوثات)

رغم أن عمليات إزالة NO_x لا تتم كلية باستخدام عمليات NO_x، فإن عمليات / SO_x NO_x المتزامنة يمكن أن تكون منافسة مع طريقة إنشاء الأحكام لـــNO_x الجـــاف يليـــه أحكام SO_2 بواسطة أحكام الغاز بإزالة الكبريت. النظم الأولية المتزامنة الرطبة / SO_x NO_x تسمى عمليات الأكسدة/ الامتصاص/ الاختزال الناتجة عن نظام إزالة الكبريـــت من الغاز العادم. نظراً لأن NO يكون غير مذاب نسبياً في المحاليـــل المائيـــة، فـــإن المجال الغازى المؤكسد مثل الأوزون (O_2) أو ثانى أكسيد الكلور (CLO_2) يتم حقنه قبل الغسيل لتحويل NO إلى NO_2 القابل للذوبان في الماء. الممتص عندئذ يكون مـــع SO_2 أيون السلفيت الذى يختزل جزء من NO_x الممتص إلى N_2. المتبقى من NO_x تتم إزالته من مياه الصرف كأملاح نترات، بينما أيونات السلفيت المتبقيـــة تـــم أكـــسدتها إلـــى الكبريتات بالهواء وتزال فى شكل الجبس. عمليات الأكسدة/ الامتـــصاص، الاختـــزال لديها القدرة على إزالة 90% لكل من SO_x، NO_x من غازات الاحتراق العادمة.

الفصل الثالث عشر

13

خصائص عمليات تنقية المياه واستعمالاتها

إزالة الملوثات لإعداد المياه من مختلف المصادر لمختلف الاستخدامات:

الملوثات في المياه مهما كان مصدرها، تكون في أربع صور رئيسية، وهى مواد عالقة عضوية أو غير عضوية ومواد مذابة عضوية أو غير عضوية وغازات مذابة وكائنات حية ودقيقة. ولكن ليست كل مصادر المياه تحتوى على كل هذه الملوث، وكذلك ليست كل عمليات التنقية للاستخدامات المستقبلية للمياه تبنى على أساس التخلص من كل الملوثات الموجودة في المصدر المائى. فالمياه من المجارى السطحية العذبة تكون الملوثات فيها هى المواد الصلبة العالقة وهذه أساساً مواد غير عضوية، وكذلك توجد بها كائنات حية دقيقة مسببة للأمراض الوبائية. في حالة تنقية هذه المياه من المصادر السطحية العذبة لاستخدامها في أغراض الشرب والاستخدام المنزلى فإن خطة التنقية تبنى على أساس التخلص من المواد الصلبة العالقة والكائنات الحية الدقيقة والوصول بنوعية المياه إلى المعايير المقررة لاستخدامها فى الشرب والاستخدام المنزلى. أما بالنسبة للمواد المذابة في المياه العذبة من المجارى السطحية، فهى تكون عادة فى حدود المعايير المقررة وهى من 300 إلى 1000 جزء في المليون.

وما ينطبق على تنقية المياه من المجارى السطحية العذبة لاستخدامها في الشرب، ينطبق كذلك على مياه السيول والأمطار حيث تبنى خطة التنقية على التخلص من المواد العالقة والكائنات الدقيقة فقط.

بالنسبة لمصادر المياه من الخزانات الجوفية، وأن كانت عموماً خالية من المواد العالقة الصلبة العضوية والغير عضوية نظراً لحجز هذه الملوثات في مسام التربة أثناء ضخ المياه من الآبار الجوفية، وكذلك فإنها تكون عادة خالية من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض، خاصة في حالة ضخ هذه المياه من أعماق تزيد عن 60 متراً من سطح الأرض، إلا أنها قد تحتوى على أنواع أخرى من الملوثات وهى أملاح الحديد والمنجنيز المذابة في الماء والتى تحدث تغيراً في لون ومذاق المياه. وقد تحتوى المياه الجوفية كذلك على غازات مذابة تغير من رائحة المياه، أو قد تكون المياه الجوفية ذات ملوحة عالية أو ذات عسر عال زائد عن المعايير المقررة للشرب.

عندئذ فإن خطة المعالجة تبنى على أساس التنقية للمياه من الملوثات الموجودة والوصول بها إلى المعايير المقررة لاستخدامها في الشرب. أى أن المياه الجوفية وأن كانت خالية من المواد العالقة وغير العضوية والكائنات الحية الدقيقة، وفي حالة الضخ من الخزانات الجوفية العذبة تكون عادة خالية من المحتوى العالى من الأملاح المذابة وقد تكون خالية من الغازات المذابة لذلك فإن التنقية للمياه الجوفية في حالة وجود

ملوثات من أملاح الحديد والمنجنيز أو الغازات المذابة أو الأملاح المذابة أو العسر الزائد تتم بهدف التخلص من أى من هذه الملوثات في حالة وجودها. ولكن رغم عدم وجود كائنات حية دقيقة في المياه من المصادر الجوفية المتوسطة (العمق يزيد عن 60 متر) والعميقة. إلا أنه يلزم تطهير هذه المياه بالكلور بعد تنقيتها من الملوثات وقبل ضخها فى شبكة التوزيع على المستهلكين. وفي حالة أعداد المياه للشرب من مياه الآبار ذات الملوحة العالية أو من مصادر المياه المالحة الأخرى مثل مياه البحار والمحيطات والبحيرات المالحة، حيث تكون الملوثات أساساً هى المواد المذابة التى يلزم تنقيتها إلى الحدود المقررة، حيث تستخدم عادة التنقية الحرارية (أو الإعذاب) أو باستخدام الأغشية، وفي هذه الحالات لا تستخدم مواد التطهير لقتل الكائنات الدقيقة إلا في حالة الضخ في الشبكة فقط، وأن كانت موجودة أصلاً في المصدر المائى (كما في حالة البحار والبحيرات المالحة) إلا أنه يتم التخلص منها في مرحلة المعالجة الحرارية أو باستخدام الأغشية هذا بالنسبة لإعداد مياه الشرب من المصادر السطحية العذبة أو الجوفية أو من المياه المالحة.

ولكن مياه الشرب (مياه الصنبور) لها استخدامات أخرى، حيث هى مصدر استخدامات المياه في الأغراض الصناعية أو تغذية الغلايات لإنتاج بخار الماء لإنتاج الطاقة. وفي هذه الحالات تجرى عمليات تنقية أما لخفض التركيز للأملاح المذابة، كما في حالة استخدام المياه في الصناعات الغذائية مثل المياه الغازية، أو إزالة العسر كما ي حالة استخدام المياه في الغلايات متوسطة الضغط ومنخفضة الضغط، أو في الصناعات الغذائية، أو إزالة الملوحة عند استخدام المياه في تغذية الغلايات ذات الضغط العالى، أو الوصول بإزالة الملوحة إلى أدنى حد ممكن كما في حالة استخدام المياه في صناعة الألكترونات بالنسبة لمياه الصرف الصحى، فهى تمثل 70% من الاستهلاك المنزلى للمياه، يضاف إليها أحياناً مياه غسيل الشوارع ومياه الأمطار وإذ كان هذا غير وارد في معظم الحالات تجرى معالجة مياه الصرف الصحى بهدف صرفها على المسطحات المائية وهى المصارف الزراعية غالباً أو أحياناً قد تستخدم في رى الأراضى، وتتم المعالجة على مرحلتين أساسيتين هما المعالجة الاولية للتخلص من الأجسام العالقة والطافية حيث تتم هذه المعالجة الأولية في ثلاث خطوات وهى: المصافى لحجز الأجسام العالقة والطافية كبيرة الحجم، ثم أحواض حجر الرمال للتخلص من المواد عالية الكثافة مثل الرمال، والتى تؤثر على كفاءة العمل للطلمبات وخطوط المواسير، ثم الترسيب الأولى للتخلص من نسبة كبيرة من المواد العضوية وغير العضوية القابلة للترسيب الحر. أما المرحلة الثانية فهى المعالجة الثنائية والتى

تشمل عملية التخلص من المواد العضوية العالقة والمذابة بالأكسدة الهوائية أو اللاهوائية، والتى تسمى المعالجة البيولوجية، حيث يتم تسخير البكتريا التى تتغذى وتنمو وتتكاثر على هذه المواد العضوية في وجود الأكسجين الجوى (في حالة المعالجة الهوائية) وقد يتطلب الأمر استخدام الكلور للقضاء على الكائنات الحية الدقيقة وذلك قبل الصرف على المسطح المائى أو الاستخدام في رى الأراضى.

أما البكتريا الهوائية التى نمت وتكاثرت، فأنها تكون فى شكل حماة يتم التخلص منها في أحواض الترسيب النهائى، بعد المعالجة البيولوجية ثم تم تجفيفها واستخدامها فى تسميد التربة.

وفي حالة صرف مياه الصرف الصناعى على شبكات الصرف الصحى والمحتوية على مركبات الفوسفور والنيتروجين فإن الأمر يتطلب التخلص من هذه المركبات نظراً لما تسببه من نمو وتكاثر النباتات المائية في المجارى المائية هذا إلى ما تسببه من سمية للأحياء المائية. لذلك فإنه تستخدم المعالجات الكيماوية للتخلص من الفوسفور والمعالجات البيولوجية لأكسدة المركبات النيتروجينية، ثم اللاهوائية لتحويلها إلى غاز النيتروجين ومواد ثابتة أخرى.

أما بالنسبة لمياه الصرف الصناعى.. فإن عمليات المعالجة لمياه الصرف الصناعى تختلف طبقاً لنوع المنتج النهائى والخامات والمواد الوسيطة المستخدمة في الإنتاج، وكذلك تكنولوجيا العملية الإنتاجية.

وتبنى خطة المعالجة على أساس المعالجة المسبقة للوصول بمياه الصرف إلى المستوى المقرر أما للصرف على شبكة الصرف الصحى أو الصرف على المجارى المائية، أو بعمل المعالجات التالية لإعادة الاستخدام للمياه، كما في حالة مياه التغذية للغلايات التى أزيل عسرها و/ أو أزيت ملوحتها.

وفي جميع الحالات، وطبقاً لنوع الصناعة فإن التخطيط لعملية المعالجة يبنى على أساس فصل مياه الصرف ذات المحتوى المختلف من الملوثات، ثم المعالجة المسبقة لكل على حدة.

وتشمل المعالجات التخلص من المواد العالقة، والطافية باستخدام المصافى، الطفو، الترسيب، الترويب، والترشيح، وكذلك عمليات خاصة أخرى مثل التعادل لمعالجة المخلفات الحامضية أو القلوية، عمليات إزالة المعادن الثقيلة باستخدام المروبات، عمليات الأكسدة لمركبات السيانيد، العمليات البيولوجية لمعالجة مياه الصرف للصناعات الغذائية ...الخ.

الفصل الرابع عشر

14

المياه الجوفية والآبار

1- تلوث المياه الجوفية:

تبلغ استخدامات المياه الجوفية 25% من المياه العذبة فى كل الأغراض فى كثير من دول العالم، بينما تصل هذه النسبة إلى حوالى 10% فى مصر والتى تشمل استخدامات مياه الشرب والاستخدام المنزلى والرى، والاستخدام في الصناعة. ولكن المياه الجوفية أصبحت لسنين طويلة أحد أهم مصادر المياه الطبيعية المهملة فى كثير من دول العالم. المياه الجوفية نظراً لكونها تحت سطح الأرض وغير منظورة مثل الموارد الطبيعية السطحية الأخرى، فإنه قل استخدامها والمحافظة على صلاحيتها. المياه الجوفية هى عادة ذات نوعية ممتازة، هذا بسبب الترشيح الطبيعى الذى يحدث فى طبقات التربة التى يتحرك الماء خلالها ببطئ، المسافة التى يمكن أن يقطعها الملوث في التربة تعتمد على كل من نوع التربة ونوع الملوث. فمثلاً، الترسيبات من المواد الناعمة يمكن أن تزيل المواد الصلبة العالقة والبكتريا من الماء في مسافة قصيرة، بينما الزلط أو تشققات الصخور يمكن أن تسمح لتلك الملوثات بأن تتسرب إلى مسافات كبيرة. الملوثات المذابة لا تتأثر مطلقاً بفعل عملية التشريح للتربة، رغم احتمال حدوث عمليات أخرى مثل الادمصاص. زاد أخيراً حالات تلوث المياه في كثير من الأماكن، هذه الملوثات تجيئ من مصادر كثيرة ومتعددة بما فيها الهيدروكربونات المكلورة. كثيراً من هذه المواد العضوية سام وبعضها يمكن أن يكون مسرطناً، أو مسبباً للطفر الوراثى فى الجينات (Mutagens) وهذا يشكل مخاطر حادة على الصحة العامة عند تركيزات مخففة حتى واحد جزء في المليار. كذلك فإن خطورة هذه الملوثات تكمن في أنها لا تسبب مذاق أو رائحة لمياه الشرب عند التركيزات المنخفضة. الماء يبدو بلورياً رائقاً ولكنه بعيد كل البعد عن نقائه الأصلى، في بعض الحالات، وجد أن تركيزات المواد العضوية المختلفة من الهيدروكربونات في المياه الجوفية الملوثة أضعاف المستوى الموجود من هذه المركبات في الأنهار شديدة التلوث، كما أن هناك بعض المواد العضوية الناتجة عن التحلل اللاهوائى للخلايا النباتية مثل أحماض الهيوميك والفولفيك (Humic & Vulvic) وهذه تظهر طافية على سطح المياه بعد ضخها من البئر وتبدو كأنها مرآة عاكسة للضوء. وخطورة هذه الأحماض في أنها تتفاعل مع كيماويات التطهير مثل الكلور مكونة مركب الترای هالوميثان (THM's) المسرطن. أن عدم تلوث المياه الجوفية من الهيدروكربونات المكلور، يتم بمراعاة عدم الصرف العشوائى لهذه الملوثات والمعالجة الكيميائية للتخلص منها قبل صرفها. ولكن المركبات العضوية المتطايرة Volatile Organic VOC's Chemicals يمكن التخلص منها بالمعالجة بالمروبات جنباً إلى جنب مع المياه

من المصادر السطحية العذبة. كثيراً من المواد العضوية تتحلل لاهوائياً لعدم وجود الأكسجين فى الخزان الجوفى حيث تتحول إلى مواد ثابتة وغازات. ومن بين هذه الغازات، غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يذوب في الماء مكوناً حامض الكربونيك. هذا الحامض في التربة الجيرية يذيب أملاح الكالسيوم، والمغنسيوم مسبباً العسر للمياه وفي التربة الطفلية يذيب أملاح الحديد والمنجنيز ويحولها إلى أملاح مذابة ومختزلة ولا لون لها حيث عند التصاق المياه بالهواء الجوى بعد خروجها من البئر تتأكسد هذه الأملاح وتتحول إلى الشكل البنى الطوبى الغير مذاب بما يسبب تغير في لون المياه ومذاق المياه حيث يصبح لها المذاق المعدنى، وكذلك في الظروف اللاهوائية تموت كل الكائنات الجرثومية وتتحلل لاهوائياً.

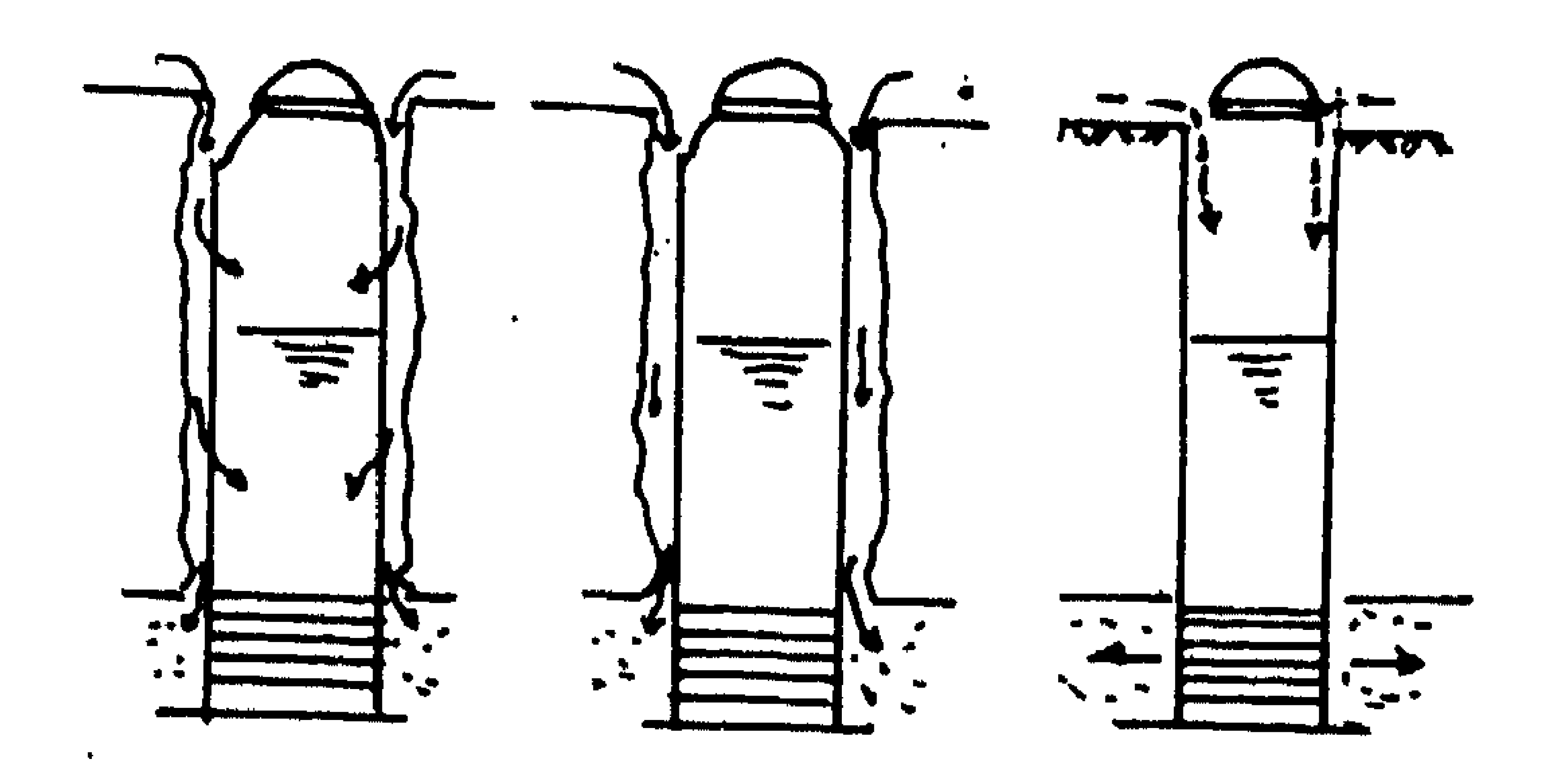
المياه الجوفية تتحرك ببطئ بمعدل حوالى أقل من 30 متر في العام، ولذلك فإن الخزان الجوفى المستخدم لإمدادات مياه الشرب قد يظل ملوثاً بالمواد العضوية المكلورة والغير قابلة للتحلل اللاهوائى لسنين عديدة. لذلك فإنه يلزم الكشف عن التلوث الكيماوى والبيولوجى للمياه قبل استخدامها كمصدر لمياه الشرب والاستخدام المنزلى. فقد يكون من الضرورى ترك الآبار الملوثة وحفر آبار جديدة على مساحات بعيدة أو البحث عن مصادر سطحية بديلة. وفى بعض الحالات يكون الأفضل من الناحية الاقتصادية إقامة وحدات معالجة خاصة مثل أبراج التهوية أو مرشحات الكربون المنشط أو الخلط مع مياه المعالجة بالمروبات، وأن كان هذا قد يكون مكلفاً.

2- آبار المياه الجوفية:

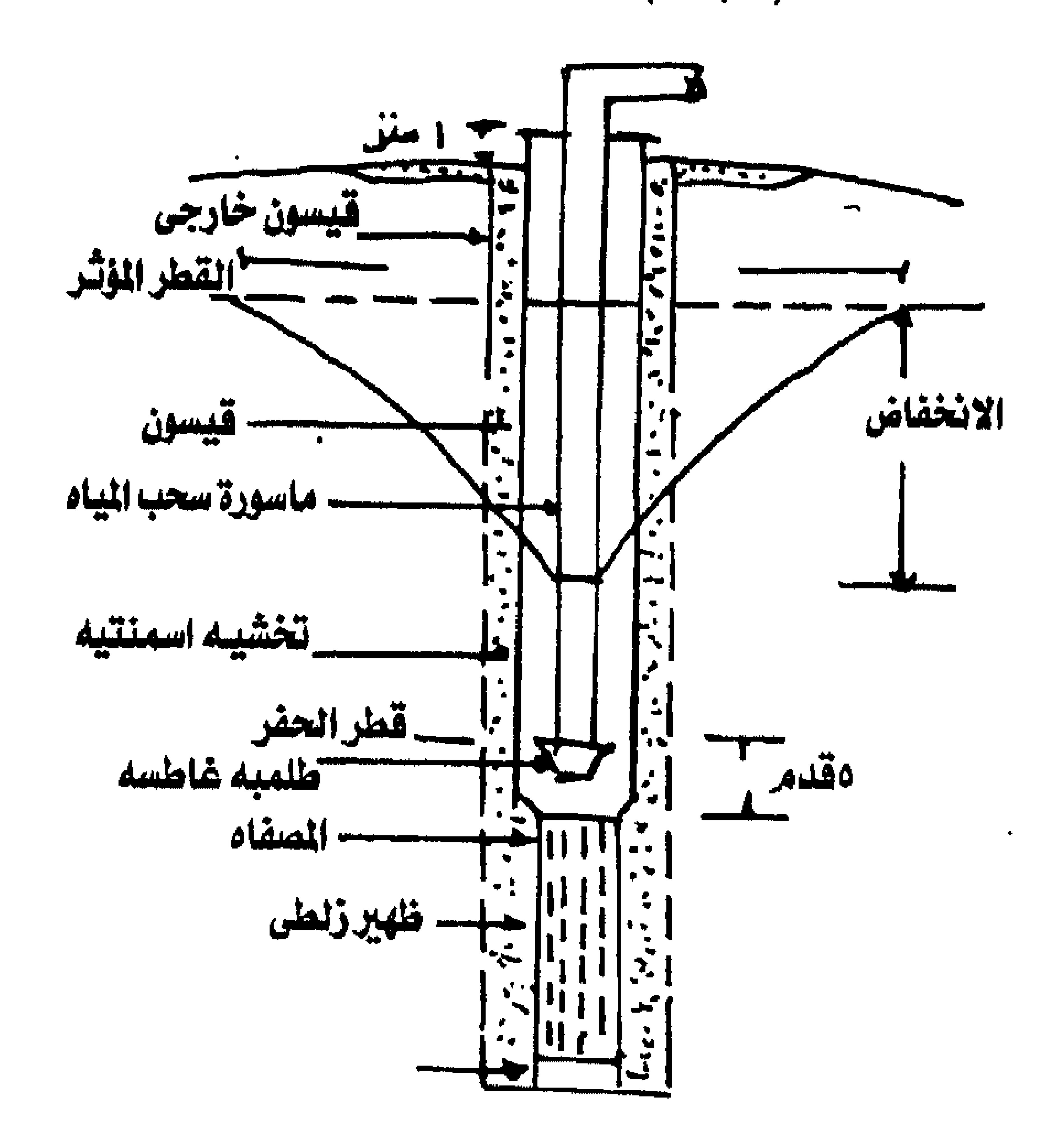
تواجه آبار المياه الجوفية أربع مشاكل رئيسية تؤثر على صلاحية المياه لأغراض الشرب واستمرار إنتاج الآبار، وهذه المشكلات تشمل التلوث البيولوجى بما يجعل المياه غير صالحة، التلوث بأملاح الحديد والمنجنيز، زيادة الأملاح الكلية المذابة، والتمليح والانسداد لمصافى الآبار وانخفاض إنتاجيتها أو توقفها عن الإنتاج.

1- ويرجع وصول الملوثات إلى مياه الآبار التى أنشئت في الماضى، والتى لم يراعى فى تصميمها وتنفيذها ما استجد عن زيادة فى الكثافة السكانية والصرف العشوائى للمياه الحاملة للملوثات. وحيث نفذت الآبار بدون وضع طبقة التحشية الأسمنتية (Grouting) ما بين قطر الحفر والقيسون وهذه التحشية الأسمنتية تحقق هدفين وهما منع وصول مياه الرشح السطحى الحاملة للملوثات إلى مصفاة البئر عن طريق الفاصل بن قطر الحفر والقيسون والهدف الثانى هو حماية السطح الخارجى

للقيسون حيث تحقق طبقة التحشية الأسمنتية حماية من التآكل الشكل (14/1) يبين حالات التلوث لمياه الآبار، الشكل (14/2) يوضح مكونات بئر الضخ.



شكل (14/1) حالات التلوث لآبار المياه



شكل (14/2) مكونات بئر الضخ

2- تمليح الآبار أو الترسيبات التى تقلل من إنتاجية البئر أو تسبب توقفه تماماً:

ظاهرة تمليح الآبار التى ينتج عنها نقص في الإنتاج التصميمى للبئر أو توقف الإنتاج تماماً، هى ظاهرة طبيعية وتحدث عادة بعد إنشاء البئر بفترة زمنية، تتراوح بين عامين إلى ثمانية أعوام طبقاً لنوعية التربة الحاملة للمياه ونوعية المياه.

ويرجع ذلك إلى الانسداد فى مسام التربة المحيطة بالمصفاة بما يقلل أو يمنع تدفق المياه الجوفية نحو مصفاة البئر، وكذلك انسداد مسام المصفاة. وتحدث هذه الترسيبات نتيجة إذابة أملاح التربة الحاملة للمياه الجوفية مثل كربونات الكالسيوم والمغنسيوم والحديد والمنجنيز بفعل ثانى أكسيد الكربون المذاب في الماء، والناتج عن التحلل اللاهوائى للمواد العضوية حيث تتحول أملاح الكربونات غير المذابة إلى البيكربونات المذابة.

عند ضخ المياه من البئر حيث تتدفق المياه الجوفية نحو مصفاة البئر، عندئذ تحدث خلخلة في المنطقة المحيطة بالمصفاة وخاصة فى حالة زيادة سرعة تدفق المياه نحو المصفاة عن 3سم فى الثانية. نتيجه لهذه الخلخلة، فإن ثانى أكسيد الكربون يتم انتزاعه من أملاح البيكربونات المذابة والتى عندئذ تتحول إلى أملاح الكربونات غير المذابة. وهذه ترسب فى مسام التربة المحيطة بالمصفاة وكذلك في فراغات الظهير الزلطى حول المصفاة وفى فتحات المصفاة. هذه الترسيبات تحدث على مراحل بما يسبب الخفض التدريجى فى إنتاج البئر، ثم توقفه تماماً عن الإنتاج. ويضاف إلى ما سبق سبب آخر لانسداد فتحات المصفاة، وهو المعادن الغير متماثلة فى الجهد، حيث عند تغطية فتحات المصفاة المصنوعة من الصلب الكربونى بشبكة من النحاس الأصفر، ونظراً لاختلاف الجهد يحدث ترسيب لمعدان الحديد وتآكله وتراكم نواتج التآكل على فتحات المصفاة، والتى عندئذ يحدث لها انسداد.

كما أن هناك سبب آخر لقفل مسام المصفاة، وهو أنه في حالة عدم تطهير البئر باستخدام مسحوق الكلور (هيبوكلوريد الكالسيوم) بعد عمليات الإصلاح والصيانة وإحكام غلق فوهة البئر، حيث فى مثل هذه الحالات تنشط البكتريا المؤكسدة للحديد، ويحدث تآكل لمعدن الحديد المصنوع منه المصفاة، وترسب نواتج التآكل فى الفتحات حيث يحدث الانسداد.

ولإزالة هذه الترسيبات واستعادة الطاقة الإنتاجية للبئر – فإنه يلزم عمل عدة إجراءات نوجزها كالآتى:

* التأكد من أن النقص في إنتاج البئر أو توقفه عن الإنتاج ليس بسبب السحب الجائر وجفاف البئر، حيث يتم معرفة ذلك بملاحظة منسوب المياه في قيسون (الغلاف

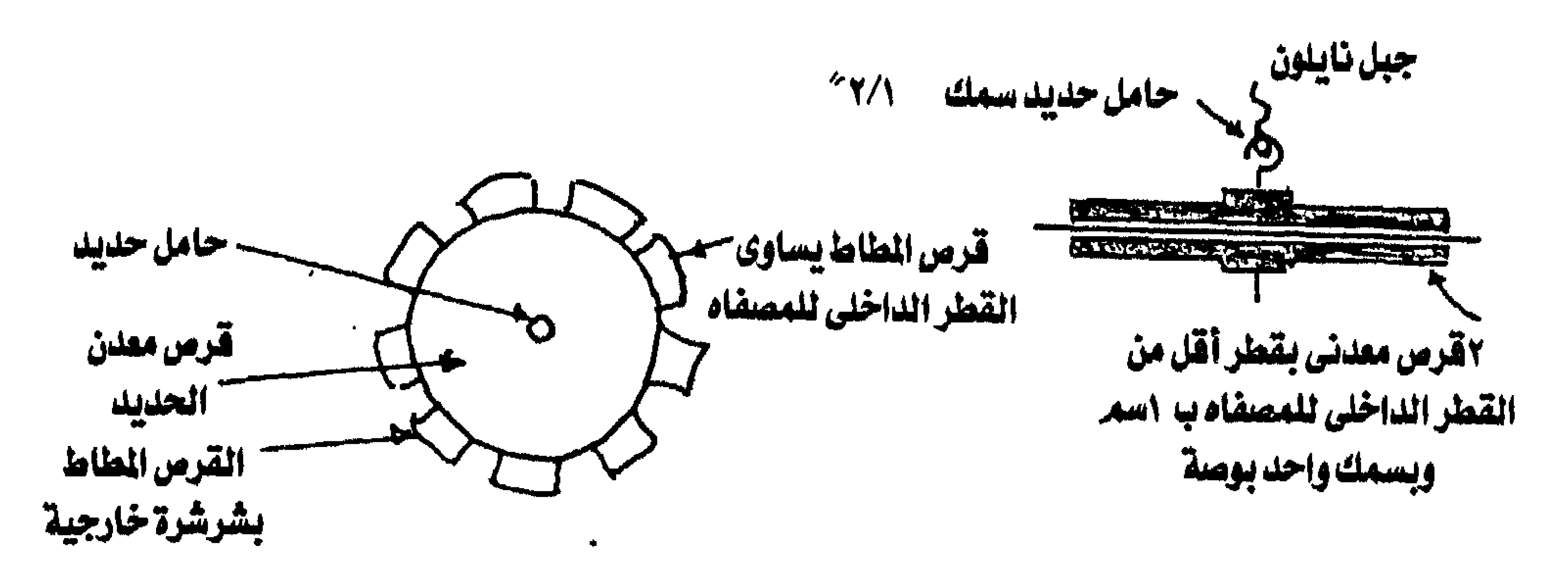
الخارجى) للبئر وقياسه، وهذا هو منسوب المياه الاستاتيكى (أو خط المياه) والتأكد من ثباته، عندئذ يكون السبب في نقص إنتاج البئر هو انسداد المسام أو التمليح للتربة المحيطة بالمصفاة، وكذلك إنسداد مسام المصفاة والذى يحدث للأسباب التى أوردناها سابقاً.

وقد جرت العادة في مواجهة هذه الظاهرة التعامل معها بأحد أسلوبين، وهما أما هجر البئر وإيقاف استخدامه، أو سحب القيسون والمصفاة وإزالة الترسيبات من مسام المصفاة وإعادة التركيب في مكان البئر أو في مكان مجاور، ورغم أن هذا الأسلوب مكلف فإنه لا يحقق الهدف من استعادة الكفاءة الإنتاجية للبئر – فعند إعادة تركيب القيسون والمصفاة فى مكان البئر، تظل التربة المحيطة بالمصفاة مقفولة السام، وفي حالة التركيب في مكان آخر مجاور فقد يكون هذا الموقع تحت التيار لحركة وتدفقات المياه الجوفية بالنسبة للموقع القديم، عندئذ فإن الترسيبات في مسام التربة تعيق حركة المياه الجوفية، وقد تتخذ خطوات لتفادى هذا المنسوب لسحب المياه، كما في حالة زيادة أو نقص مواسير القيسون ولكن سلبياته أنه يلزم اختبار نوعية المياه والتربة الحاملة مسبقاً كما في حالة عمل البئر الاختبارى قبل الإنشاء.

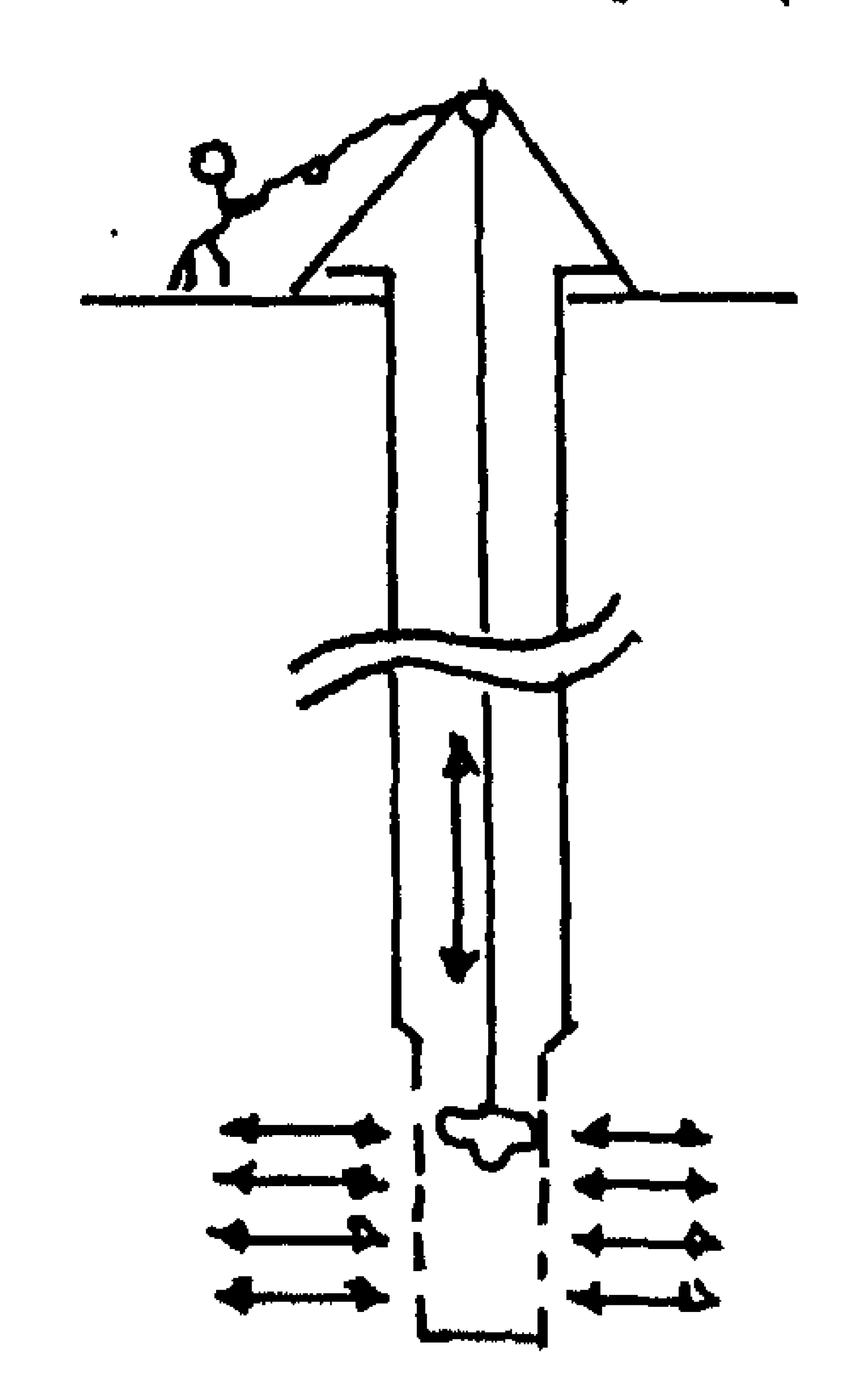
والأسلوب السليم الذى يجب اتباعه لاستعادة كفاءة إنتاجية البئر في مثل هذه الحالة، هو العمل على إزالة الترسيبات فى منطقة المصفاة، وفي مسام التربة المحيطة حيث يتم ذلك بالخطوات التالية:

1- عمل الاضطراب بالقرص المعدنى:

يتم رفع غطاء فوهة البئر وسحب ماسورة سحب المياه والطلمبة خارج القيسون، وقياس منسوب المياه الاستاتيكى ثم يتم عمل الاضطراب الميكانيكى (Mechanical Surge) باستخدام قرص معدنى قطره أقل من القطر الداخلى للمصفاة بحوالى 1-2 بوصة فى الشكل (14/3)، (14/4)، ثم إنزال القرص المعلق بحبل من النيلون إلى منطقة منتصف المصفاة.



شكل (14/3) مقطع فى قرص الاضطراب الميكانيكى



شكل (14/4) استخدام قرص الاضطراب الميكانيكى

يتم عمل الاضطراب بالرفع والإنزال للقرص في الماء بمسافة تعادل نصف طول المصفاة، ويجب الحذر فى الرفع والإنزال للقرص المعدنى في المراحل الأولى لمراعاة عدم استقامة قيسون البئر والمصفاة أحياناً.

يستمر الرفع والإنزال للقرص عدة مرات، وتوضع كمية من المياه عند فوهة البئر تعادل تقريباً حجم المياه في قيسون البئر والمصفاة، فى حالة نجاح الاضطراب بالقرص المعدنى فإن المياه التى تم إدخالها تندفع بسرعة إلى أسفل خلال القيسون والمصفاة، ثم إلى خارج المصفاة داخل التربة المحيطة بالمصفاة، ثم يستعيد البئر منسوب المياه الجوفية الاستاتيكى الذى تم قياسه.

أما في حالة عدم تصريف المياه المضافة فى قيسون البئر، فإنه يتم اللجـوء إلـى إزالة الترسيبات بالمواد الكيماوية.

مراحل إزالة الترسيبات في المصفاة والتربة المحيطة بها باستخدام الاضطراب (Surge):

التقنية الحديثة تتمثل في إزالة الترسيبات مع عدم رفع أجزاء من مكونات البئر أو نقله من مكانه، تتم خطوات العمل على مراحل طبقاً لحالة الترسيبات وإنتـاج البئـر كالآتى:

* في حالة ضعف إنتاجية البئر لوجود ترسيبات غير جيدة التماسك والالتصاق فى هذه الحالة يتم تشغيل طلمبة البئر لمدة دقيقتين بما يمكن من امتلاء ماسورة السـحب للبئر (أو القيسون في حالة المضخة فوق سطح الأرضى) ثم التوقـف لمـدة 5-10 دقائق. عندئذ ترتد المياه إلى منطقة المصفاة وتتحرك فى اتجاه معاكس لحركة سـحب المياه نحو البئر، وهذا يسبب حدوث خلخلة للترسيبات ضعيفة الالتصاق بتكرار هـذه العملية عدة مرات، يمكن تقييم نتائجها بتشغيل البئر وملاحظة كفاءة الإنتاج.

وتسمى هذه العملية بالاضطراب الهيدروليكى والتى تحقق نتائج طيبة فـى حالـة المراحل الأولى لحدوث الترسيبات أما في حالة عدم استعادة كفاءة الضخ من البئـر، فإن ذلك يكون دلالة على وجود ترسيبات شديدة الالتصاق في مسام التربة وفى فتحات المصفاة، والتى يتم التعامل معها بالاضطراب الميكانيكى بالقرص المعدنى الذى سبق توضيحه، أما في حالة عدم استعادة كفاءة البئر فإنه يتم اللجوء إلى إزالة الترسـيبات باستخدام المواد الكيماوية.

إزالة الترسيبات باستخدام المواد الكيماوية:

تضاف أحد الكيماويات الآتية من الأحماض إلى المياه في قيسون ومصفاة البئـر، ثم تزداد المياه حتى امتلاء القيسون بالكامل، وتكون إضافة الحامض بالنسب التقريبية الآتية:

- حامض الهيدروكلوريك بتركيز 5% (متوفر تجارياً بتركيز 23%).
- حامض السلفاميك (Sulphamic Acid) وهو عبارة عن حبيبات وإذابته في الماء بطيئة، بما يتطلب ترك الحامض في ماء البئر لمدة 1-2 ساعة قبل البدء في تشغيل المكبس.

- حامض الجليكوليك (Hydroxyacetic acid) وهو سائل، يوجد بتركيز 20% وهو مطهر مثل الكلور أى قاتل للبكتريا.

تضاف هذه الأحماض إلى كمية المياه المقدرة في قيسون البئر والمصفاة كالآتى:

من حامض الهيدروكلوريك تركيز 5%، 20 لتراً من المياه لكل متر مكعب من المياه من حامض السلفاميك 10 كيلو لكل متر مكعب من المياه.

حامض الجليكوليك بتركيز 20% يضاف 10 لترات لكل متر مكعب من المياه وقد يتم مضاعفة تركيز الحامض في حالة الآبار المتوقفة عن الضخ مع ثبات منسوب المياه الاستاتيكى فى البئر.

بعد إضافة الحامض يترك لمدة 1-2 ساعة ثم يتم البدء في تشغيل القرص أو المكبس الميكانيكى ثم تضاف كمية من المياه حتى امتلاء القيسون في حالة نقص المياه المضافة فى القيسون لتسربه خلال المصفاة، تزداد كمية المياه المضافة إلى ما يعادل حجم المياه في القيسون والمصفاة مع الاستمرار فى رفع وإنزال المكبس (القرص) عدة مرات يمكن استنتاج إزالة الترسيبات بملاحظة سرعة تدفق أي مياه مضافة خلال المصفاة حتى وصول المياه في قيسون البئر إلى المنسوب الاستاتيكى.

عندئذ تضاف كمية أخرى من المياه لإزاحة جميع المياه فى القيسون والمصفاة المحملة بالحامض إلى التربة المحيطة بالمصفاة.

يتم رفع القرص أو الكبس الميكانيكى، وإعادة تركيب ماسورة السحب والطلمبة الغاطسة وإعداد البئر للتشغيل.

يتم تشغيل الطلمبة لسحب المياه في القيسون والمصفاة، وكذلك المياه المحيطة بالمصفاة في التربة الحاملة القريبة والمحملة بالأحماض. تستمر فترة تشغيل الضخ لفترة زمنية كافية لإزالة كل آثار للحامض فى الماء مع ملاحظة الآتى:

تحديد الرقم الهيدروجينى (pH) للماء قبل المعالجة بالحامض، وكذلك استمرار ضخ المياه من البئر بعد المعالجة بالحامض حتى وصول المياه إلى الرقم الهيدروجينى (pH) قبل المعالجة وثباته مع استمرار الضخ. صرف المياه المحملة بالحامض يكون في مكان بعيد، مع توجيه المياه إلى حفرة أو برميل به جير مطفى $(Ca\ COH)_2$ لإزالة حموضة المياه بتعادلها مع قلوية الجير، يمكن كذلك إضافة الصودا آش $(Na_2\ CO_3)$ أو محلول الصودا الكاوية بتركيز 5% لمعادلة كمية الحامض المضافة مع الضخ، قبل إعادة تجهيز البئر للإنتاج.

تطهير البئر:

قبل أحكام قفل البئر وإعادة تشغيله تجرى عملية أخرى وهى تطهير البئر من الكائنات الحية الدقيقة باستخدام الكلور، حيث يضاف الكلور إلى مياه البئر من خلال فوهة قيسون البئر، وعادة الكلور المستخدم فى هذه الحالة هو حبيبات هيبوكلوريد الكالسيوم ذات المحتوى من الكلور بنسبة 65% حيث تضاف الحبيبات مباشرة بما يحقق جرعة 150 ملجراماً في اللتر للمياه فى القيسون والمصفاة ولمسافة 30سم لحجم التربة حول المصفاة. ثم يترك البئر فترة 3-6 ساعات. كما يجب ملاحظة تأكيد عدم وجود حموضة فى الماء، أى أن الرقم الهيدروجينى (7) فأكثر، وإلا تصاعد غاز الكلور أثناء إضافة الهيبوكلوريت إلى الماء.

تؤخذ الإجراءات الوقائية للعاملين باستخدام الكمامات الواقية للوقاية من غاز الكلور وغازات الأحماض، وكذلك الحذاء الواقي.

بعد فترة المكث للكلور للتطهير، يتم البدء فى تشغيل البئر لسحب المياه المحملة بهيبوكلوريت الكالسيوم. يتم قياس جرعة الكلور لمياه البئر قبل وبعد المعالجة للتأكد من تحسن نوعية المياه وخلوها من الملوثات البكتيرية (ومنها البكتريا المؤكسدة للحديد)، وكذلك عمل التحاليل المعملية الكيماوية والبيولوجية للمياه، قبل البدء في تشغيل البئر للإنتاج، بهدف الاطمئنان على سلامة وصلاحية المياه للشرب والاستخدام المنزلى.

جدول (14/1) يوضح كميات مركبات الكلور اللازمة لعمل

تركيزات الكلور فى 3.8 متر مكعب ماء.

تركيز الكلور ملجرام/ لتر	هيبوكلوريت الكالسيوم كيلوجرام	محلول هيبوكلوريت الصوديوم (لتر)		
		%5	%10	%12
50	0.3	3.8	1.9	%1.5
100	0.6	7.6	3.8	%3
500	2.9	37.9	18.9	%15.1
1000	5.8	75.7	37.9	%30.3

إزالة الغازات المذابة وأملاح الحديد والمنجنيز:

جرت العادة على استخدام التهوية لمياه الآبار كمرحلة أولى أساسية فى إزالة الحديد والمنجنيز، وأن كان هذا مطلوباً إلا أن التهوية لها وظائف أخرى بالإضافة إلى الأكسدة الأولية لأملاح الحديد والمنجنيز. فالتهوية تزيل الغازات المذابة فى الماء، مثل، غاز ثانى أكسيد الكربون، كبريتيد الهيدروجين بما يحسن من مذاق ورائحة

المياه، وهذه الغازات التى تزال تستبدل بالهواء الجوى (الأكسجين حيث توجد حالة من الاتزان بين الماء والهواء).

إذابة الهواء الجوى المحتوى على الأكسجين الذى يؤكسد أملاح الحديدوز المذابة وكذلك يؤكسد أملاح المنجنيز منخفضة التكافؤ مثل بيكربونات المنجنيز، والتى تذوب في الماء حيث تتحول هذه إلى أملاح الحديديك الغير مذاب وإلى أيدروكسيد المنجنيز الغير مذاب. الغازات التى قد تكون مذابة فى مياه الآبار الجوفية تشمل ثانى أكسيد الكربون، كبريتيد الهيدروجين والنشادر والمواد العضوية المتطايرة.

إزالة هذه الغازات المذابة بالتهوية تخضع لقانون هنرى، الذى يفيد بأن كمية الغازات المذابة فى الماء تتناسب طردياً مع ضغط الغاز فى الهواء الجوى. حيث عند درجة حرارة 20°م وعند الضغط الجوى العادى يكون الماء فى حالة اتزان مع الهواء، حيث يحتوى الماء عندئذ على 15.8 جزء فى المليون من غاز النيتروجين، 11.7 جزء فى المليون من غالز الأكسجين، 0.5 جزء فى المليون من ثانى أكسيد الكربون، ونسبة صغيرة لا تقدر من كبريتيد الهيدروجين ، يذوب كلا من ثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين نسبياً فى الماء عند درجة حرارة 20°م وعند الضغط الجوى العادى حيث يذوب ثانى أكسيد الكربون بنسبة 1700 جزء في المليون، كبريتيد الهيدروجين بنسبة 2500 جزء في المليون ولكن نظراً لأن الضغط الجزئي (Partial Pessure) لهذه الغازات فى الضغط الجوى العادى يساوى صفراً، نظراً لعدم احتواء الهواء الجوى على هذه الغازات (ألا بنسب قليلة جداً) لذلك فإنه فى حالة إيجاد حالة اتزان بين الماء المذاب فيه غازات والهواء الجوى بواسطة التهوية الجيدة للمياه، فإن الماء يتخلص من كل الغازات المذابة ويتشبع بالنيتروجين وأكسجين الهواء الجوى. وتزداد إزالة الغازات من الماء مع زيادة زمن التهوية وخلط الماء بالهواء، وكذلك مع ارتفاع درجة الحرارة، وزيادة حجم الهواء الملاصق، مع زيادة مساحة التلامس بين الماء والهواء، وتزال الغازات من الماء كلما زاد تركيزها فى الماء وقل فى الهواء.

وتتم التهوية لإزالة الغازات المذابة باستخدام أبراج التهوية المقفلة المجهزة بصوان مثقبة بفواصل في برج التهوية، موضوعه بما يسمح بحرية الماء وانتشاره على الصوانى أكبر فترة زمنية، وأكبر سطح تلامس وزمن تلامس، أو أن تكون الأبراج محتوية على وسط ترشيحى زلطى ليحقق التلامس بين الماء والهواء. وتعمل أبراج التهوية أما بسحب الهواء من أعلا برج التهوية حيث يدخل من فتحات جانبية أو

سفلية، أو يدفع من أسفل حيث فتحات تصريف الهواء أعلا البرج، ويجهز برج التهوية بهوايات تركب أعلا البرج أو أسفل البرج مجهزة بمحركات تدار بالطاقة الكهربائية، وتكون حركة الهواء في الحالتين في اتجاه معاكس لتدفق الماء من أعلا برج التهوية، تستخدم الأبراج المقفلة أساساً في إزالة الغازات المذابة في الماء وغير المرغوب فيها وليست الموجودة في الهواء الجوى، وتسمى عملية إزالة الغازات بأبراج التهوية بالتجريد الهوائى (Air Stripping) وهى تحقق تحسنا في نوعية المياه واستساغتها للشرب شكل رقم (2/5).

إزالة الحديد والمنجنيز من مياه الآبار الجوفية:

يوجد الحديد والمنجنيز في المياه الجوفية بتركيزات قد تصل إلى 25 جزء في المليون أو أكثر، والمنجنيز عادة تكون نسبته أقل من نسبة الحديد، وتكون في حدود واحد جزء في المليون.. أما مركبات الحديد مع المواد العضوية، فهى تكون عادة في شكل هلامى (Colloidal)، والتى تحتجز بواسطة حبيبات التربة، أما في حالة وجود هذه المواد في المياه السطحية (وهذا نادراً ما يحدث بالنسبة لمياه النيل، فإنه يلزم معالجة المياه بمحلول من لبن الجير (قلوى) لتكسير المركب الهلامى من المواد العضوية والحديد، حتى يمكن الأكسدة بالهواء أو بالمواد الكيماوية ولإزالة الحديد والمنجنيز من مياه الآبار فإنه يلزم عمل مراحل تتلخص أساساً في الأكسدة بالتهوية أو باستخدام المواد الكيماوية، ثم ترسيب الأملاح غير المذابة ثم الترشيح في مرشحات.

أكسدة أملاح الحديد والمنجنيز المذابة في المياه الجوفية:

تتأكسد مركبات الحديد المذابة في مياه الآبار الجوفية بأكسجين الهواء الجوى، حيث يتأكسد الحديد بنسبة عالية، ولكن المنجنيز يتأكسد بنسبة قليلة جداً، وذلك لأن لكى يتأكسد، فإن ذلك يتطلب رقماً هيدروجينياً (pH) للماء أعلا من 9.5 . الاحتياج الفعلى لكل جزء في المليون من الحديد هو 6.2 جزء في المليون من الأكسجين، ونظراً لأن أكسجين الهواء الجوى المذاب في الماء عند التعرض للهواء الجوى هو في حدود 11.7 جزء في المليون، لذلك فإن عملية التهوية تحقق أكسدة للحديد والمنجنيز في حدود 2 جزء في المليون (للحديد أساساً). ولذا يتم تكرار التهوية للماء لأكسدة ما يزيد عن 2 جزء في المليون من الحديد، وقد يتم اللجوء إلى استخدام الكيماويات لاستكمال عملية الأكسدة.

ويكفى التهوية لأكسدة الحديد والمنجنيز في حالة التركيز بنسبة 2 جزء في المليون، حيث تحقق التهوية كذلك الاستفادة بإزالة الغازات المذابة، وبذلك تتحسن

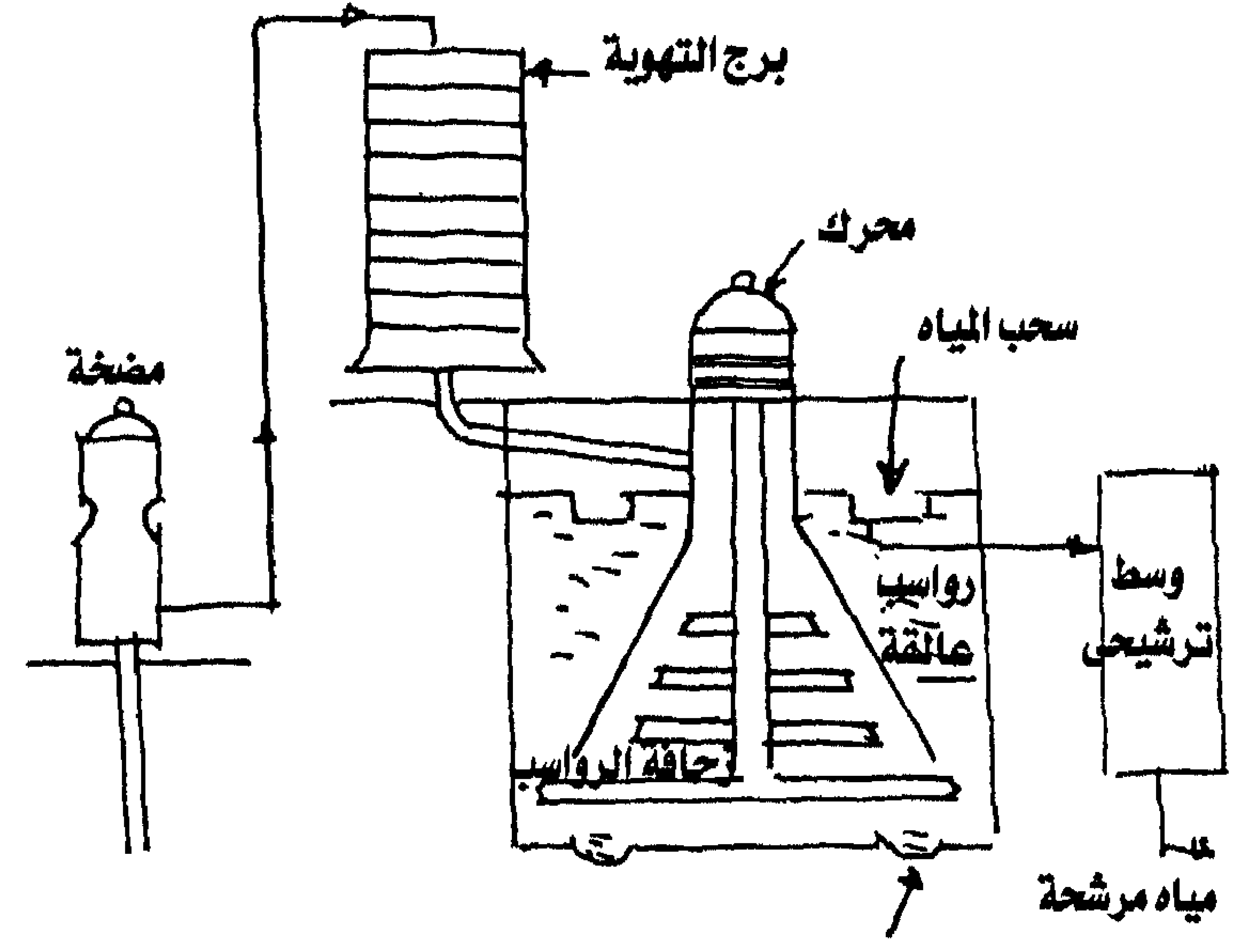
نوعية المياه، هذا بالإضافة إلى أن التهوية التى تزيل ثانى أكسيد الكربون المذاب تعمل على رفع الرقم الهيدروجينى للمياه، والذى يساعد على سرعة الأكسدة، فى المجال المتعادل للمياه (حيث الرقم الهيدروجينى 7 – pH-7) يمكن أكسدة الحديد بالكلور أو باستخدام مركبات الكلور، ولكن المنجنيز لا يتأكسد بالكلور فى المجال المتعادل، بل يتطلب رفع الرقم الهيدروجينى إلى أعلا من 9.5 لكى يتأكسد بالكلور.

ولكن يمكن أكسدة المنجنيز فى المجال المتعادل باستخدام برمنجنات البوتاسيوم، لذلك تجرى مراحل الأكسدة بالكلور بعد التهوية لأكسدة الحديد، ثم تتم الأكسدة بالبرمنجنيات لأكسدة المنجنيز. زمن التلامس اللازم لأكسدة الحديد بالهواء الجوى وباستخدام الكلور هو 10 دقائق، أما زمن التلامس لأكسدة المنجنيز بالبرمجنيات هو دقيقتين، ثم بعد إتمام الأكسدة يتم فصل أملاح الحديد والمنجنيز المؤكسدة فى حوض ترسيب قبل الترشيح أو الترشيح مباشرة، طبقاً لكمية المواد العالقة المطلوب إزالتها.

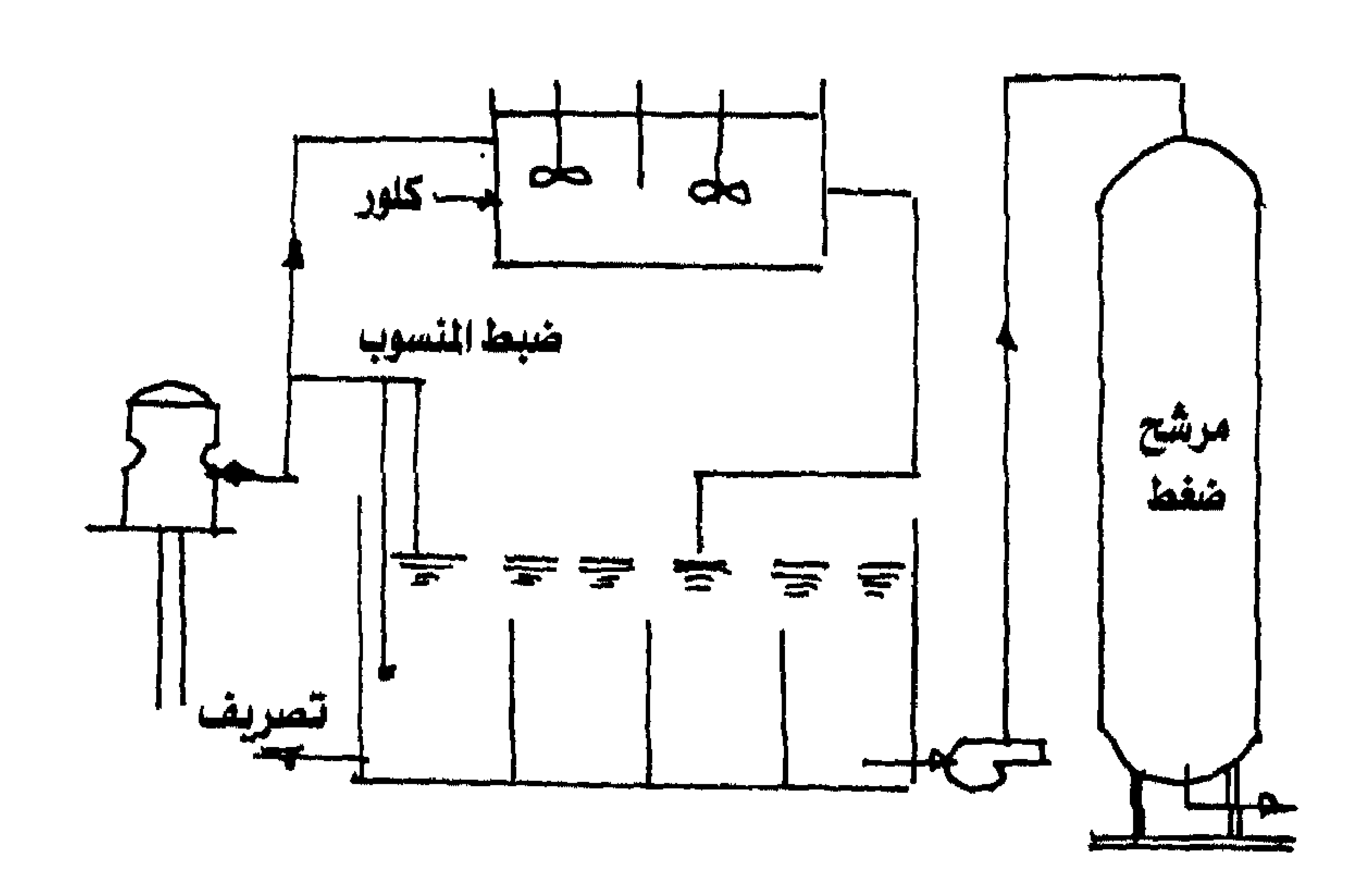
يتم الترشيح فى مرشحات رملية باستخدام مادة أكسيد المنجنيز كعامل مساعد للأكسدة، ويكون فى شكل طبقة متوسطة فى الوسط الترشيحى وبسمك من 10–20سم للمساعدة فى إزالة المنجنيز، كما يفضل أن يتم الترشيح على مرحلتين حيث يفصل الحديد المؤكسد أولاً ثم يفصل المنجنيز بعد أكسدته بالبرمنجنات وإزالته بالترشيح. وإذا كانت نسبة الحديد والمنجنيز أقل من 2 جزء فى المليون، فإنه يمكن استخدام مواد التغليف لعمل غلاف حول أملاح الحديد (Chelating Agents)، بما يمنع من أكسدتها بالهواء الجوى. فى هذه الحالة يختفى اللون الطوبى لهذه المواد وتظل أملاح الحديد والمنجنيز فى الماء. وقد تختصر المعالجة باستخدام التهوية والترسيب لإزالة هذه الأملاح القليلة كما تجدر الإشارة إلى أن التهوية أساسية لمعالجة مياه الآبار، نظراً لأنها تزيل الغازات الحامضية، وبذا يرتفع الرقم الهيدروجينى للمياه، ومن ثم زيادة قدرة أكسجين الهواء الجوى أو الكلور على أكسدة أملاح الحديد والمنجنيز.

طرق التهوية كثيرة منها أبراج التهوية المقفلة بالصوانى المثقبة أو بالوسط الترشيحى الزلطى أو التهوية بالرش أو بالمصاطب المتدرجة أو بالهواء المضغوط أو بطرق أخرى كثيرة.

تقنيات معالجة المياه الجوفية لإزالة الحديد والمنجنيز موضحة فى الشكل (14/5)، (14/6).



شكل (14/5) التهوية / الترسيب / الترشيح لإزالة الحديد والمنجنيز لأكثر من 10 ملجرام/لتر.



شكل (14/6) الكلور / المكث / الترشيح لإزالة الحديد والمنجنيز

الفصل الخامس عشر
15

تلوث المياه وأخطاره البيئية

1- مقدمة :

الماء عصب الحياة فهو أساس الحياة لكل الكائنات الحية (الإنسان والحيوان والنبات) وصدق الله العظيم حيث يقول "وجعلنا من الماء كل شئ حى). الماء هو أهم الموارد الطبيعية على كوكب الأرض (بعد الهواء الجوى)، فكمياته ثابتة وأن تغيرت بين العذب والمالح والسطحية والجوفية، مياه البخار والمحيطات تقدر بحوالى 317 مليون ميل مكعب، والثلوج الجليدية 7.3 مليون ميل مكعب، البحيرات العذبة 30 ألف ميل مكعب، المياه الجوفية مليون ميل مكعب، التربة الغير مشبعة 16 ألف ميل كعب. مياه البخار فى الجو 3.1 ألف ميل مكعب، تمثل المياه 75% من وزن الإنسان، 80% فى معظم الخضروات. وفى نفس الوقت فإن المياه هى من مسببات 80% من الأراضى فى العالم سواء لتلوثها أو لعدم وفرتها طبقاً لاحتياجاته. المياه تسير طبقاً للظروف المناخية كمياه الأمطار والطبوغرافية كمياه الأنهار والهيدرولوجية كالمياه الجوفية وذلك خارج الحدود السياسية والإقليمية للتقسيمات الأرضية.

المياه فى المجارى السطحية العذبة تكون ملوحتها من 200 إلى 1000 جزء فى المليون وهى الصالحة للشرب والاستخدام المنزلى (بعد معالجتها) وكذلك للرى. مياه البحار والمحيطات تتراوح ملوحتها ما بين 20000 إلى 50000 جزء فى المليون، المياه الجوفية أما أن تكون عذبة أو مالحة، وكقاعدة فالخزانات الجوفية المالحة تكون قريبة من شواطئ البحار والمحيطات وتتدرج في الانخفاض فى التربة الحاملة للمياه تحت منسوب سطح البحر كلما بعدت عن الشاطئ. وقد تصل المياه الجوفية إلى مسافات بعيدة جداً طبقاً لنفاذية التربة ومعدل الانتقال للمياه وخاصة إذا كانت تعلوها طبقة صماء غير منفذة للمياه التى تحدد مسار الخزان الجوفى المالح. وكذلك بالنسبة للمياه الجوفية العذبة فالقاعدة أن المياه الجوفية العذبة تعلو المياه المالحة الأكثر كثافة ويتدرج سمك الطبقة الحاملة للمياه العذبة فى النقصان كلما قربت من شاطئ البحر وبالتالى يتدرج سمك الطبقة المالحة فى الزيادة. فى بعض أنواع التربة توجد أملاح الحديد والمنجنيز المذابة فى الماء وكذلك أملاح الكالسيوم والمغنسيوم ويرجع ذلك إلى تحلل المواد العضوية والهلامية والكائنات الحية الدقيقة والملوثات العضوية عموماً التى تحملها المياه السطحية أثناء تسربها إلى جوف الأرض لتغذية الخزان الجوفى، ونتيجة التحلل للملوثات العضوية تنتج مركبات كيماوية منها ثانى أكسيد الكربون الذى يذيب أملاح الحديد والمنجنيز والكالسيوم والمغنسيوم التى تكون فى شكل مركبات الكربون الغير مذابة وتحولها إلى مركبات البيكربونات المذابة فى الماء وذلك طبقاً

لنوع التربة الحاملة للمياه الجوفية. فى التربة الجيرية تظهر أملاح العسر من الكالسيوم والمغنسيوم، أما التربة من الحجر الرملى والتربة الطفلية فتظهر أملاح الحديد والمنجنيز، وقد تتخلص المياه السطحية أثناء رحلتها إلى الخزان الجوفى من بعض العناصر الثقيلة المذابة المسببة للأمراض المزمنة وتستبدلها بعناصر أخرى من أملاح التربة الغير ضارة وذلك بطريقة التبادل الأيونى. وإذا كانت المياه هى الأساس فى حياة الإنسان بالإضافة إلى ما توفره كمصدر للاستمتاع والرياضة والترفيه، إلا أن المياه هى المسببة لمعظم الأمراض وذلك في حالة تلوث المياه بالكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض الوبائية أو بالعناصر الثقيلة المسببة للأمراض المزمنة أو بالملوثات الأخرى التى تحد من استساغة المياه للشرب أو عدم صلاحيتها للاستخدام المنزلى، هذا بالإضافة إلى أن عدم توفر المياه بالقدر المناسب .لأغراض النظافة العامة بسبب أمراض الجلد والعين، وإذا كان الهدف هو المحافظة على صحة الإنسان فإن مخاطر المياه لا تقف عند تلوث مياه الشرب فقط حيث قد تصل الملوثات إلى مصادر غذائية من حيوان ونبات وطيور وأسماك والتى ترتوى بهذه المياه الملوثة، ولهذا يبرز أهمية المحافظة على سلامة البيئة المائية سواء بالنسبة للموارد المائية السطحية العذبة أو مياه الخزانات الجوفية وبما يؤدى كذلك إلى خفض تكاليف معالجة المياه لإعدادها للشرب والاستخدام المنزلى، وذلك على ضوء زيادة الملوثات بأعدادها المختلفة مع زيادة الأنشطة التنموية والصناعية واستخدام الكيماويات والمبيدات وكيماويات التسميد بالإضافة إلى الصرف العشوائى لمياه الصرف الصحى أو الصرف الصناعى الغير معالج أو المخلفات المنزلية.

2ـ الملوثات فى المياه:

الماء له استعداد قوى لإذابة المواد الأخرى حيث يشار إليه أنه المذيب العالمى الماء النقى (H_2O) غير موجود في المجارى السطحية والبحيرات والمياه الجوفية والمحيطات في الظروف العادية الماء يكون دائماً به شئ ما مذاباً أو عالقاً، ويعتبر الماء أنه ملوث عندما يحتوى على مواد بالتركيز الذى يجعله غير مناسب لاستخدام معين.

فنرى أن مياه الأمطار تتلوث قبل سقوطها على سطح الأرض بما تذيبه من غازات الهواء الجوى مثل الأكسجين والنيتروجين وغازات أخرى مثل ثانى أكسيد الكربون الميثان الناتجة عن التفاعلات البيولوجية أو الغازات الحامضية الناتجة عن الأنشطة الصناعية والتى تتحول إلى أحماض عند إذابتها فى الماء وهى غازات كلوريد الهيدروجين، أكاسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين وفى الحالة الأخيرة تسمى الأمطار

الساقطة بالأمطار الحامضية والتى تعمل على تحويل الرقم الهيدروجينى (pH) للمياه إلى الحالة الحامضية وعند سقوط المياه على سطح الأرض فإنها تحمل الملوثات من مواد التربة والمخلفات النباتية والحيوانية والأسمدة والمبيدات نحو المجارى المائية، والتى يمكن أن تصل إلى المجرى المائى مع تدفقها، وتصل الملوثات إلى المسطحات المائية عن طريق صرف المخلفات الزراعية والصحية والصناعية والصرف العشوائى للمخلفات المنزلية.

يمكن تقسيم ملوثات المياه إلى مجموعات من المواد طبقاً لتأثيراتها الصحية والبيئية، وذلك بالنسبة للمسطحات المائية وهى:

- الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض.
- المواد التى تستهلك الأكسجين المذاب فى الماء.
- المواد الغذائية للكائنات النباتية وهى المسببة للسمية للكائنات الحيوانية.
- المواد العضوية أو الغير عضوية العالقة أو المذابة.
- المواد المشعة.
- الحرارة.
- الزيوت.

مصادر هذه الملوثات وتأثيراتها على البيئة المائية:

الصرف الصحى المنزلى والصرف الصناعى:

الصرف الصحى هو المصدر الرئيسى للأنواع الثلاث الأولى من الملوثات والكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض (Pathogens) التى تكون في إفرازات حاملى العدوى من ذوى الدم الحار (الإنسان، والحيوان، والطيور) وهذه هى الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض الوبائية، كذلك الصرف الصحى يحمل المواد التى تستهلك الأكسجين المذاب فى الماء، وهى المواد العضوية عند التحلل الهوائى بواسطة البكتريا الهوائية، هذا الفقد فى الأكسجين هو الذى يغير الاتزان البيئى للمياه، حيث قد يسبب الموت للكائنات المائية (الأسماك). النيتروجين والفوسفور هما من أهم مواد الغذاء للنبات الموجودة فى مياه الصرف الصحى وكذلك فى مياه الصرف الزراعى، إلا أن هذه المواد وأن كانت غذاء للكائنات النباتية والطحالب فى المجارى المائية إلا أنها سامة للكائنات الحيوانية المائية (الأسماك). المعالجة التقليدية، لمياه الصرف الصحى تقلل من كمية الكائنات الممرضة، وكذلك الأكسجين الحيوى المطلوب فى مياه الصرف

(BOD)، ولكن هناك فيروسات معينة يمكن أن تقاوم عمليات التطهير لمياه الصرف. لخفض كميات النيتروجين والفوسفور فى مياه الصرف يتم استخدام بعض أنواع المعالجات الخاصة والتى تسمى المعالجة الثلاثية.

الكيماويات العضوية السامة يمكن كذلك أن تصل مباشرة إل الماء من الأنشطة الصناعية، كما هو ملاحظ من الصرف للمخلفات الصناعية قبل معالجتها. أن إدارة عمليات التخلص من الكيماويات السامة والمخلفات الخطرة الأخرى له تأثير هام على البيئة وخاصة بالنسبة لحماية نوعية المياه الجوفية كذلك فإن الكيماويات الغير عضوية السامة وخاصة تلك من المعادن الثقيلة مثل الرصاص، الزئبق والكروم، والنيكل والزرنيخ هى كذلك يكون مصدرها الأنشطة الصناعية وتعتبر من المخلفات الخطرة. الزيوت يمكن أحيانا غسيلها نحو المياه السطحية فى مياه غسيل الشوارع وانتظار السيارات كذلك فإن المياه الجوفية يمكن أن تتلوث نتيجة تسرب الوقود من الخزانات تحت سطح الأرض.

كذلك يحدث أحياناً الانسكاب للزيوت (الغير متعمد) من ناقلات الزيت الضخمة فى مياه البحر بما يسبب خطأ بيئى كبير على البيئة البحرية، كذلك قد تتحرك انسكابات الزيت نحو الشاطئ بما يفسد مناطق الترويح والاستحمام. والمواد المشعة قد تصل إلى المسطحات المائية عن طريق الصرف الغير معالج لمخلفات الأنشطة البحثية والطبية الحاملة للمواد المشعة.

وعموماً فإن المخلفات السائلة التى تحتوى على مواد سامة عضوية أو غير عضوية أو مواد مشعة أو مواد قابلة للاشتعال أو الانفجار أو مواد شديدة الحموضة أو القلوية فإنه يتم التعامل معها كمواد خطرة وذلك بطرق خاصة بالمعالجة والتداول والتخلص الآمن.

التلوث الحرارى للمياه:

تعتبر الحرارة من ملوثات المياه نظراً للتأثير الضار الذى تحدثه على مستوى تركيز الأكسجين والكائنات المائية فى المسطحات المائية بالنسبة لمياه التبريد المستخدمة فى محطات إنتاج الطاقة والتى تزيد كمياتها عن أى استخدامات أخرى، والتى تحمل الحرارة عند مرورها خلال المكثفات فى محطات إنتاج الطاقة (حيث يتحول البخار إلى ماء في المكثفات). درجة حرارة الماء المستخدم في التبريد يمكن أن تزداد بحوالى 15 °م بعد تكثيفها لبخار الماء. صرف المياه الساخنة فى المسطح المائى يسمى تلوث حرارى، ارتفاع درجة الحرارة يقلل من إذابة الأكسجين في الماء ويزيد

من معدل الأيض أى بناء ودثور برتوبلازم الخلايا (Metabolism) للكائنات المائيـــة، وهذا يسبب التغير في الاتزان الإحيائى بين الكائنات الحية وبيئتهـــا (Ecology) فـــى الماء. بعض الأسماك لا تستطيع العيش عند درجة حرارة أعلا مـــن 25°م. كمـــا أن بعض الأسماك يمكن أن تكون حياتها أفضل عند درجة حرارة دافئـــة حتـــى 35°م. ونظراً لأن اجناس مختلفة من الأسماك الكبيرة تفضل المياه الدافئة فأنـــه يـــتم أحيانـــاً تسمية التلوث الحرارى بالوفرة الحرارية للإشارة إلى ما يسببه الدفئ للماء. ولكن رغم حقيقة أن كثيراً من الأسماك قد تتجمع قرب ماسورة الصرف لمياه التبريد من محطـــة الطاقة الحرارة، إلا أنه تظهر مشكلة عند التوقف المفـــاجئ لمحطـــة الطاقـــة بـــسبب الإصلاح، الانخفاض المفاجئ في درجة حرارة الماء يسبب الموت للأســـماك بنـــسبة كبيرة، حيث تطفو آلاف الأسماك الميتة على سطح الماء أو يتم كسحها نحو الشاطئ. يمكن التحكم في التلوث الحرارى بتمرير مياه التبريد خلال بـــرج التبريـــد أو بركـــة التبريد وذلك بعد خروجها من المكثف، الحرارة يمكن نشرها في الهواء أو فى المـــاء وعندئذ يمكن صرف المياه التبريد في المسطح المائى أو إعادتهـــا بالـــضخ لإعـــادة استخدامه كمياه تبريد.

تعرية التربة والترسيبات:

أن التحرك الطبيعى لحبيبات التربة بواسطة الرياح أو الماء من مكان إلـــى آخـــر يسمى تآكل التربة أو تعريتها وهو يعتبر من المشاكل البيئيـــة الحـــادة. التربـــة فـــى الأراضى الزراعية تعتبر مورد طبيعى ثمين والفقد لهذه التربة الخـــصبة فـــى حالـــة الاستخدام الغير رشيد يمكن أن يسبب كارثة، كما أن تعرية التربة تعتبـــر مـــن بـــين المصادر الرئيسية لتلوث المياه.

حبيبات التربة العالقة فى الماء تعيق اختراق ضوء الشمس، وهذا بالتالى يقلل من نشاط التمثيل الضوئى للنباتات المائية والطحالب، بما يسبب الإرباك للاتزان الإحيائى للمسطح المائى. عند انخفاض سرعة الماء فى المجرى المائى فإن الأجـــسام العالقـــة ترسب فى قاع المجرى المائى أو البحيرة. خمود الرواسب فى القاع وتراكمها يحـــدث اضطراب فى دورة التكاثر للأسماك والكائنات المائية الأخرى. وقد تحدث التعرية أو البرى لأجناب المجرى المائى أو إزالة التربة من قاع المجرى نتيجة الحركة السريعة للمياه.

يمكن الحد من برى التربة بتغطية الأرض المحيطة للمـــسطح المـــائى بالنباتـــات والزراعات أو ببناء أحواض لتقاطع مع الحبيبات الحاملة لحبيبات التربة والتى يمكـــن

أن تكون مؤقتة أو مستديمة. تصميم الإنشاءات الأرضية لخفض ذروة الفيضانات والتدفقات العالقة. كما يمكن خفض سرعات التدفق بالاستقامة المناسبة للميول. كذلك يمكن حماية المجرى المائى بتبطين الأجناب بالكتل الحجرية أو بالحشائش أو الكتل الخرسانية.

تلوث المجرى المائى:

المجارى المائية كالأنهار والمصارف الزراعية هي مياه سطحية حيث فيها تتحرك الكتلة المائية باستمرار، وهىأقل عمقاً أو عرضاً من البحيرات كما أن فرصة تعرض مياهها لسطح الأرض كبيرة. المياه المتدفقة تحمل الطحالب أسفل المجرى المائى كما أنها تعميق نمو النباتات الجذرية على قاع المجرى.

المجارى المائية يمكن استعادة نقائها من تأثيرات التلوث طبيعياً بدون مخاطر بيئية كبيرة أو مستمرة وذلك لقدرتها على تحلل المخلفات العضوية القابلة للتحلل البيولوجى. تتوقف قدرة التنقية الذاتية للمجرى المائى على حجم وتركيز الملوثات وعلى تصرف المجرى المائى أو معدل تدفقه. تعتمد طاقة المجرى المائى فى التنقية الذاتية على تأثيرات التخفيف للملوثات واستمرار التدفق للمياه، وبنفس الأهمية تأثير انتقال الأكسجين بين الهواء والماء، وهذا ما يسمى بإعادة التهوية. الأكسجين المذاب فى الماء يتم تجديده باستمرار مع إذابة الهواء الجوى عند سطح الماء.

المجارى المائية ذات التدفقات السريعة والمضطربة يتم إعادة تهويتها أكثر من المجارى العميقة بطيئة التدفق، وذلك بسبب زيادة المساحة السطحية والالتصاق بين الهواء والماء فى التدفقات المضطربة وجيدة الخلط. ولكن الكثافة السكانية العالية وزيادة الأنشطة التنموية والصناعية كانت السبب فى عدم قدرة المجارى المائية والأنهار على المعالجة الذاتية لمخلفات الصرف الغير معالج، بما يتطلب عمل إجراءات وقائية بيئية للمجرى المائى. لذلك فإن عمل المعالجة لإزالة الكم الكافى من الحمل العضوى القابل للتحلل البيولوجى من مياه الصرف يكون كافياً لهذا الغرض، وهو أدنى مستوى مطلوب من المعالجة طبقاً لمعايير صرف مياه الصرف المعالج.

من المهم معرفة أنه ليس كل الملوثات يمكن معالجتها والتخلص منها بالطرق الطبيعية وهذا ينطبق على الملوثات العضوية الغير قابلة للتحلل البيولوجى (Non Bodegradable). حتى أن عملية التخفيف الطبيعية غير مؤثرة عند ترسيب هذه المواد المنبعه من قاع النهر. مثال لهذه الكيماويات المنيعة المبيد الحشرى (Kepone)، (Polychlorinated Biphenol). هذه المواد قد تظل لحين إزالة الترسيبات من قاع النهر

ولكن عملية الإزالة قد تزيد من التلوث نتيجة تقليب الرواسب الملوثة للتخفيف (Dilution). عملية معالجة المخلفات فى المجرى المائى تتم خلال عمليتين أساسيتين وهما:

(1) التخفيف والتهوية (2) وحدوث العمليات البيولوجية التى تستخدم فيها الكائنات الحية الدقيقة الموجودة فى الماء الأكسجين المذاب لتقوم بتحليل الملوثات العضوية وتحولها إلى مواد غير ضارة. عند نقطة الصرف لمياه الصرف للمجرى المائى فإن عملية الخلط والتخفيف تتم فى الحال ثم تقوم الكائنات الدقيقة باستغلال الأكسجين المذاب فى الماء لتحلل المواد العضوية. تحت التيار وعلى مسافة يمكن تقديرها بنظم المحاكاة تتحلل المواد العضوية تحت التيار وعلى مسافة يمكن تقديرها بنظم المحاكاة تتحلل المواد العضوية وينتقل الأكسجين من الجو إلى الماء ويسترد المجرى المائى كم الأكسجين المذاب.

مناطق التلوث:

معظم المناطق المائية التى يحدث لها تلوث من مصدر معين للملوثات العضوية القابلة للتحلل البيولوجى يمكن وصفها فى أربع مناطق هى:

المنطقة الأولى: وهى نقطة التحلل، والتى تكون أسفل نقطة الصرف للمخلفات، تتصف هذه المنطقة بوجود المواد الطافية والعكارة وأشكال مرئية أخرى للتلوث. مستوى الأكسجين المذاب يبدأ فى الهبوط سريعاً فى هذه النقطة. عند انخفاض مستوى الأكسجين المذاب إلى حوالى 40% من قيمة تشبعه، فإنه تبدأ منطقة التحلل النشط. عندئذ فإن الأجناس العالية من الكائنات المائية (مثل سمك السلمون) إما أن تموت أو تهاجر بعيداً عن المنطقة، وأن كانت بعض أنواع الأسماك ذات المقاومة العالية يمكنها أن تستمر. ترسيبات الحمأة للمواد الصلبة العالقة يمكن أن تتكون فى المجرى المائى، عندئذ تحدث حالات لاهوائية حيث تتحلل المواد العضوية لاهوائياً ويلاحظ ذلك نتيجة فقاعات غازية وحمأة طافية ورائحة كريهة.

بعد تحلل معظم المواد العضوية بفعل البكتريا فى الماء، فإن معدل إعادة التهوية (إذابة الأكسجين) يزيد من معدل انخفاض وإزالة الأكسجين. عند زيادة مستوى الأكسجين ثانياً إلىنسبة 40% من تركيز التشبع، تبدأ منطقة التنقية الذاتية. هذه المنطقة تتصف بالتنقية المتدرجة للماء بدون روائح منفره، وإعادة ظهور الكائنات المائية.

يلي منطقة التنقية منطقة المياه النظيفة. هذه المنطقة تتصف بالماء النظيف والمستوى المرتفع من الأكسجين المذاب، البيئة المناسبة لحياة الكائنات المائية. ولكن عادة فإن نقط الصرف الأخرى أو المصادر العشوائية للتلوث يمكن أن تحدث تغيير في شكل مناطق التلوث هذه في المجرى المائي ولكن هذا النموذج يساعد في تفهم طبيعة تلوث المجرى وإيجاد الحلول الهندسية للمشكلة والتي تتضمن.

- سحب المياه من موقع مناسب فوق التيار لمكان الصرف.
- سحب المياه من أسفل سطح الماء بعمق لا يزيد عن واحد متر وبما يمكن من الحصول على مياه غنية بالأكسجين المذاب وذلك مع الغير في منسوب سطح الماء في المجرى المائي.
- تشديد الرقابة على المخالفات المتعلقة بإلقاء المخلفات أو الصرف العشوائي في المجرى المائي فوق التيار لموقع المأخذ الذي تم اختياره.

الفصل السادس عشر

16

تلوث البحيرات

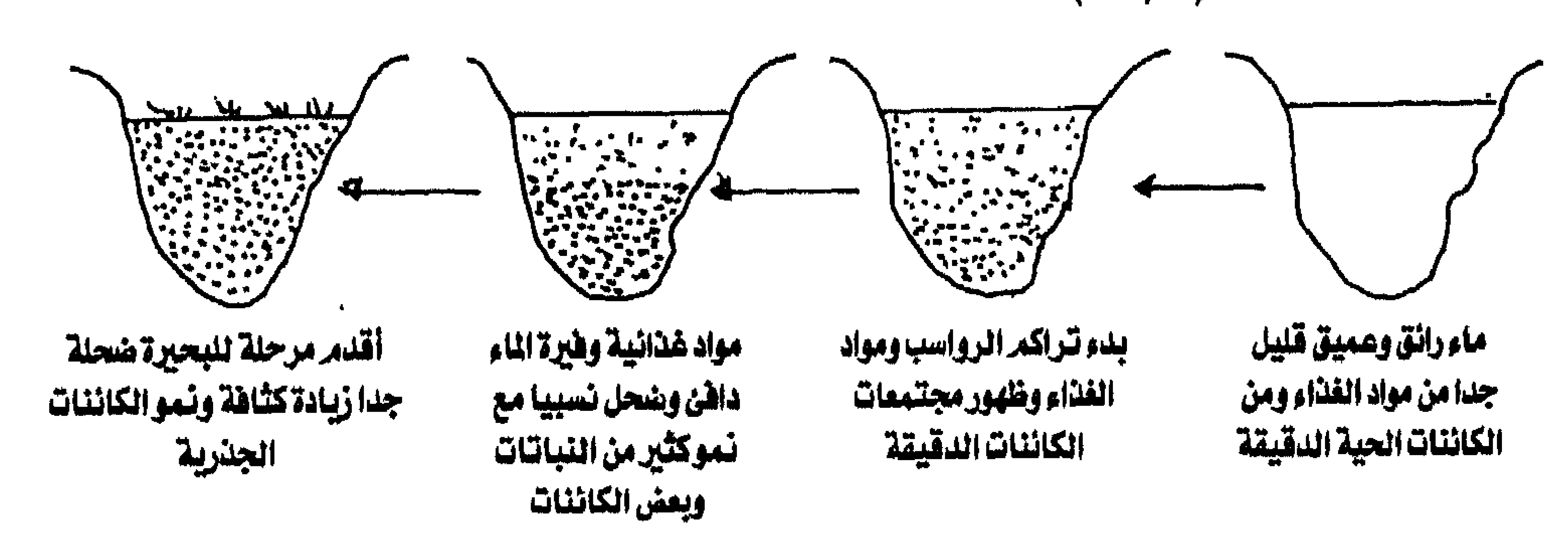
تلوث البحيرات الطبيعية أو الصناعية (الخزانات) يسبب مشاكل ولكنها تختلف عن المشاكل التي يسببها تلوث المجارى المائية أو الأنهار. هذا أساساً يسبب الخواص الطبيعية، حيث الماء فى المجرى المائى دائم الحركة ويوفر أداء الدفق للملوثات القادمة، ولكن فى البحيرات المياه لا تتحرك كثيراً وعلى الإطلاق وهى تحتجز لفترة زمنية طويلة. فى بعض الأحيان الملوثات التى تم صرفها فى البحيرة يمكن أن تظل هناك لسنين طويلة. البحيرات تتأثر كذلك كثيراً بفعل التغيرات الموسمية فى درجات الحرارة. فى المجارى المائية تؤثر الملوثات العضوية على حالة الأكسجين. أما فى البحيرات تكون نوعية المياه أكثر اعتماداً على الغذاء النباتى أكثر منه على المواد العضوية فى مياه الصرف. فأملاح الفوسفات والنترات هما أهم غذاء أساسى للنباتات، فعند تراكم الملوثات المحتوية على تلك الأملاح فإن النباتات المائية الجذرية والطحالب حرة الطفو يمكن أن تنمو بوفرة. الطحالب والنباتات المائية تموت أحياناً وترسب فى قاع البحيرة، حيث تتحلل بفعل البكتريا والبروتوزوا، وهذا يسبب خفض فى الأكسجين المذاب فى أجزاء من البحيرة. زيادة نمو وتكاثر الطحالب أو السحب الطحلبية يمكن أن يكون غطاءاً من القاذورات الطافية على سطح الماء. النمو الكثيف للنباتات الذى يحدث على طول الشاطئ يمكن أن تعيق حركة القوارب وعمليات صيد الأسماك، كما أن البحيرة التى تعانى من السحب الطحلبية ليست منتجعاً جيداً للترفيه والاستمتاع. هذا بالإضافة إلى أنه فى حالة استخدام مياه البحيرة فى إمدادات المياه للشرب والاستخدام المنزلى فإن هذه الطحالب تزيد من تكاليف معالجة المياه حيث الخلايا البنائية المجهرية تميل إلى إحداث انسداد فى مسام المرشح فى محطة المعالجة بما يتطلب زيادة معدل نظافة المرشحات. كذلك فإنه يمكن أن يكون مطلوباً كيماويات إضافية للمساعدة فى الحد من المذاق والرائحة للمياه التى يسببها وجود الطحالب. النباتات التى تحللت ومواد التربة التى تحمل إلى البحيرة تتراكم بالتدرج فى شكل رواسب عند قاع البحيرة. مع انخفاض منسوب المياه وبالتالى زيادة الدفئ فإن ميزان الكائنات المائية يتأثر حيث أصناف تهاجر وأخرى تعود وهكذا.

فرط النمو الطحلبى وتعفنه فى البحيرة (EUTROPHICATION)

البحيرات لها دور حياة طبيعية. معظم البحيرات تبدأ جيولوجياً ككتلة مائية رائقة عميقة. فى هذه الحالة فإنها تسمى بحيرات فقيرة الغذاء وغنية بالأكسجين (oligotrophic). وهذه عادة يكون لها قاع رملى أو حجرى، وقليل جداً من الغذاء وندرة الحياة النباتية أو السمكية. بعد سنين تتراكم المواد الغذائية ببطئ وتدخل كائنات أكثر من مجارى الدخول وما قد يحيط بها. الرواسب الغرينية الرملية (Silty) تبدأ فى

التكوين عند القاع مع مرور البحيرة خلال مرحلة التغذية المتوسـطة (Mesotrophic) من وجودها.

مرحلة النماء الطحلبى للدورة الحياتية للبحيرة تتصف بضحالة دفئ المياه، مع الغذاء الكافى لغذاء الأعداد الكبيرة من الكائنات النباتية والأسماك. فى بحيرة النماء الطحلبى يوجد أحياناً النمو الطحلبى فى شكل سحابات من الطحالب فى الماء، كما سبق توضيحه وفى أوقات معينة من العام فإن الماء عند القاع قد يكون خالياً تماماً من الأكسجين. زيادة نمو الطحلبى وتعفنه يؤدى إلى شيخوخة البحيرة أو ما يسمى بالبحيرة الهرمة (Senescentlake) والتى تتصف بالترسيبات الكثيفة من الغرين العضوى والمستويات المرتفعة من مواد الغذاء. البحيرات الهرمة تكون شديدة الضحالة مع زيادة نمو النباتات الجذرية خلال البحيرة قد يصل حال البحيرة إلى ما يسمى بالمستنقع مع استمرار العمليات الجيولوجية والبيئية الطبيعية. شيخوخة البحيرة مراحلها الأربعة موضحة فى الشكل (16/1).



شكل (16/1) المراحل الأربع لعمر البحيرة – كل البحيرات تمر من خلال المراحل الأربع

مرادفاً للتلوث عند الإشارة إلى البحيرات، ربما يكون ذلك لأن الصفة الأكثر دقة للمشكلة تكون النمو الطحلبى المستثبت هو تعجيل وإسراع للشيخوخة الطبيعية للبحيرة بسبب الأنشطة الآدمية فى حوض البحيرة أو روافد تغذيتها.

الحد من النمو الطحلبى المستثبت:

حوالى ثلث البحيرات فى بعض دول العالم أصبح فاسداً بدرجة كبيرة وذلك نتيجة للنمو الحلبى، حيث يعيش السكان على مسافة حوالى خمسة أميال من البحيرة. مخلفات الصرف الصحى المعالج وتدفقات مياه الأمطار السطحية تحمل كميات كبيرة من مواد

الغذاء للنباتات المائية (الطحالب) فى هذه البحيرات بما يعجل من عملية النمو الطحلبى وتعفن النباتات المائية وانخفاض المحتوى من الأكسجين المذاب فى الماء.

مركبات الفوسفور والنيتروجين هما من أهم مواد الغذاء للنبات. ولكن الفوسفور يعتبر العامل الحدى ويحتاج إلى درجة عالية من التحكم. إنه يلزم فقط تركيز الفوسفور الغير عضوى حوالى 0.02 ملجرام فى اللتر ليسبب وجود سحابة طحلبية فى مياه البحيرة، ولكن النيتروجين الغير عضوى يمكن أن يكون تركيزه أكبر من عشرة أضعاف هذا المستوى. فى حالة المحافظة على تركيزات الفوسفور لتكون أقل من 0.02 ملجرام فى اللتر فإنه عادة لا يحدث نمو كبير للطحالب.

فى المناطق حيث معظم مدخلات الغذاء (الفوسفور والنيتروجين) من مناطق مختلفة، مثل التدفقات السطحية من المساحات الزراعية، فإن طرق المعالجة المتقدمة لمياه الصرف الصحى تصبح ذات قيمة ضعيفة كطريقة للتحكم. الاستخدام الرشيد للأسمدة، وكذلك التحكم فى أبخرة التربة، حيود تدفقات المياه السطحية يساعد فى حماية البحيرات فى المناطق الزراعية. الطرق الأخرى لخفض مدخلات الغذاء هى بتحويل تدفقات مياه الصرف الصحى المعالجة حول البحيرة فى كتلة مائية أخرى مثل المجرى المائى والذى يكون أقل حساسية لمواد الغذاء. المصدر الأخر للتلوث بمواد الغذاء فى البحيرات هو التسرب تحت السطح من نظم الصرف تحت السطح لمخلفات الصرف الصحى مثل خزانات التحليل (septic Tanks). فقد ثبت من الدراسات التى قامت بها وكالة حماية البيئة (EPA) أن كل خزانات التحليل للصرف الصحى على مساحة حتى 90 متر من البحيرة يمكن أن تساهم فى وصول الغذاء الطحلبى إلى البحيرة. درجة هذا التلوث تعتمد على عمق المياه الجوفية والطبقة الصخرية ومكونات التربة الحاملة. يمكن الحد من المضايقات والمشاكل التى يسببها النمو الطحلبى فى البحيرات والخزانات مؤقتاً بأحد الطرق الآتية:

* استخدام كبريتات النحاس لتقل الطحالب حيث تكون الجرعة مناسبة ومدققة بحذر لتكون غير قاتلة للأسماك. بديلاً عن الكيماويات يمكن استخدام تجهيزات قطع تحت الماء مركبة على قوارب لقطع النباتات المائية ذات الجذور، وكذلك يمكن استخدام الشباك (Dredges) لإزالة الترسيبات ولكن هذه الطرق ليست عملية فى حالة الكتل المائية الضخمة ولذلك تكون الوقاية هى بتجنب مسببات النمو الطحلبى والتى هى خير من العلاج. لذلك فإن خطة وزارة الزراعة التى بنيت على أساس تنمية شواطئ

بحيرة ناصر يجب إعادة النظر فيها أو تجنب مخاطر هذه التنمية على البيئة المائية للبحيرة وها يتطلب المراجعة وتقييم الأثر البيئى على البحيرة.

الطبقات الحرارية (THERMAL STRATIFICATION)

البحيرات والخزانات تتأثر بالتغيرات الموسمية لدرجة الحرارة. هذه التأثيرات تسبب وجود طبقات من الماء وكذلك خلط أو انقلاب بسبب اختلافات درجة الحرارة. كلا من وجود الطبقات الحرارية والانقلاب الموسمى يمكن أن يكون لهما آثاراً كبيرة على تلوث ونوعية مياه البحيرة. تحدث دورة الطبقات والانقلاب مرتين فى العام، ولكن فى المناخ الدافئ حيث لا يحدث تجميد للمياه فإن الدورة تحدث مرة واحدة فى العام.

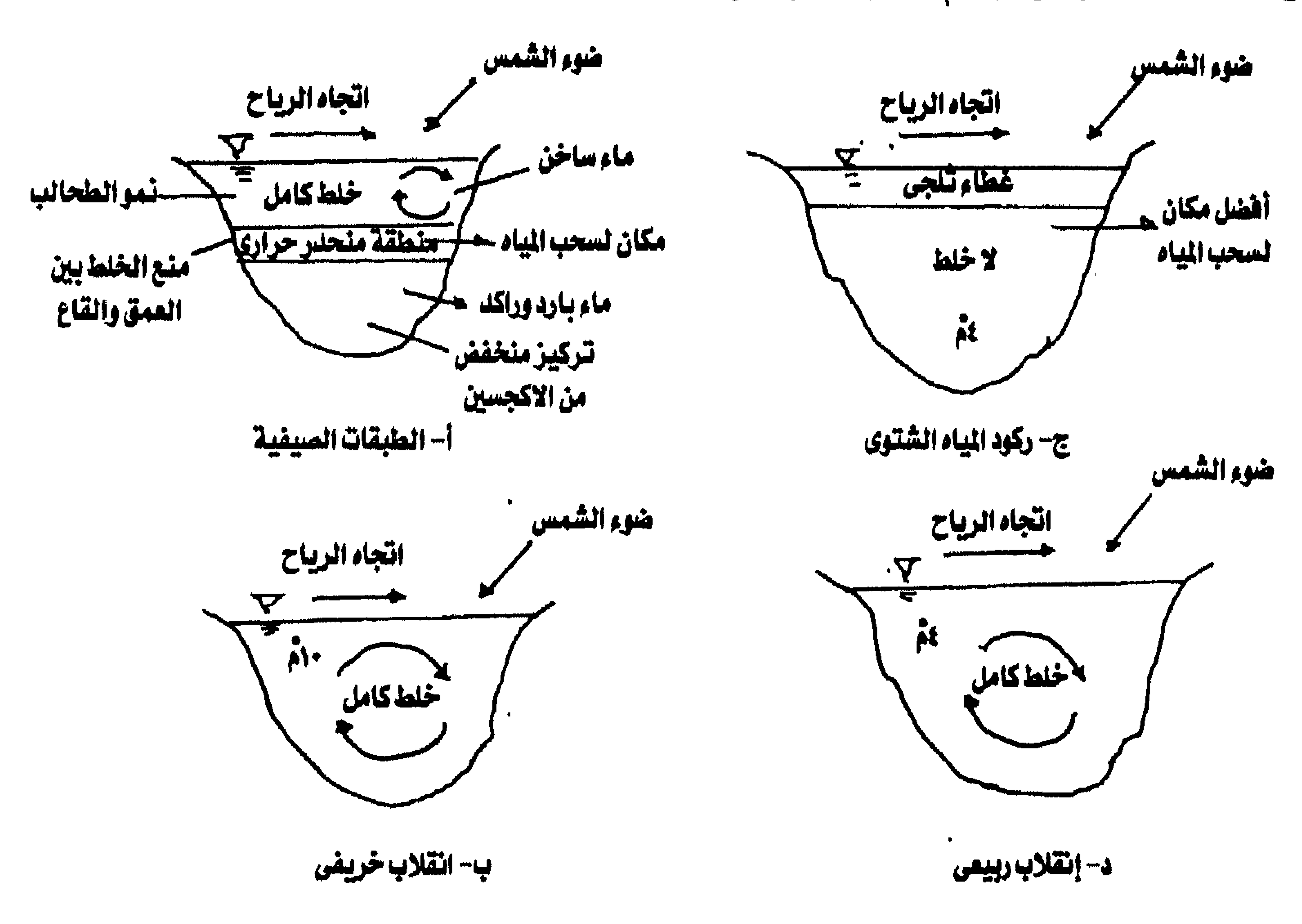
تكون الطبقات بسبب اختلافات درجة الحرارة فى مياه البحيرة مرتبط إلى حد كبير بشهور الصيف الحارة. مياه البحيرة تصبح دافئة بفعل الهواء الدافئة والمياه الدافئة تكون طبقة عليا تسمى الطبقة البحيرية السطحية (Epilimnion). المياه الأبرد وبالتالى الأكثر كثافة تظل عند القاع فى طبقة تسمى طبقة المياه الباردة السفلى فى البحيرة (Hypolimnion). طبقة من الماء رقيقة جداً مع الانخفاض السريع فى درجة الحرارة من القمة إلى القاع والتى تسمى طبقة المنحدر الحرارى (Thermocline) تفصل كلاً من الطبقة البحيرية السطحية وطبقة المياه الباردة السفلى فى القاع. تعمل طبقة المنحدر الحرارى هذه كحاجز طبيعى الذى يحد من خلط المياه ما بين الطبقات العليا والسفلى للبحيرة. وهنا موضع فى الشكل (16/2-أ)

المياه الدافئة فى الطبقة السطحية تختلط بالرياح وتستقبل طاقة من الشمس بما يمكنها من نمو الطحالب. هذا الماء العكر نسبياً يعيق احتراق ضوء الشمس إلى أعماق كبيرة. طبقة المياه الباردة السفلى الراكدة تكون باردة ومظلمة نسبيا. لهذا فإن بعض أنواع الأسماك تفضل هذه البيئة الباردة المظلمة، ولكن المياه عند القاع قد تكون ذات نوعية غير جيدة وخاصة فى البحيرة متوسطة التغذية (Mesotrophic). تحلل الرواسب فى القاع يمكن أن يسبب خفض فى الأكسجين المذاب فى هذه المنطقة. أحياناً تحدث حالات لا هوائية عند قاع البحيرة. مع انخفاض درجة حرارة الهواء الجوى أثناء شهور الخريف فإن ماء الطبقة السطحية يبرد ويصبح أثر كثافة ويبدأ فى الهبوط نحو قاع البحيرة.

أحياناً تصبح البحيرة تامة الخلط وتختفى الطبقات الواضحة جداً فى فصل الصيف. هذه الدورة والتى تسمى (Fall over turn) أى سقوط الانقلاب موضحة فى الشكل (16/2- ب).

فى شهور الشتاء الباردة، عندما تغطى الثلوج سطح البحيرة (وهذا غير وارد فى البلاد ذات المياه الدافئة) تحدث حالة من الركود الشتوى. ثم فى الربيع وعند ذوبان الجليد وارتفاع درجة الحرارة أعلا من 4^5م التى عندها تزاداد كثافة الماء) فإنه يبدأ فى الهبوط نحو القاع. وبمساعدة الرياح فإن كل البحيرة تصبح تامة الخلط ثانياً، وهذا ما يسمى الانقلاب الربيعى (Spring over turn).

الركود الشتوى والانقلاب الربيعى موضح فى الشكل (16/2 – جـ). وإذا كانت هذه الدراسة ذات أهمية للبحيرات العذبة والتى هى مضدر لمياه الشرب والثروة السمكية إلا أنه يمكن توضح أن مياه بحيرة ناصر عند خروجها من البحيرة وتدفقها فى مجرى النهر عند أسوان تتحسن نوعيتها إلى حد كبير، ولكن آثار الملوثات تظل كامنة فى البحيرة. وقد بدأ هذا واضحاً فى بحيرات الشمال والغرب حيث شاخت وهرمت وقاربت على أن تصبح سبخات وليست بحيرات. وهذا يتطلب تقييم الأثر البيئى لكل البحيرات العذبة والمالحة مع وضع الضوابط اللازمة للمحافظة على نوعية المياه والكائنات المائية ومن ثم حماية البيئة والصحة العامة.



شكل (16/2) الطبقات الموسمية والخلط للبحيرة أو الخزان

له تأثير على نوعية المياه

نوعية المياه فى البحيرات العذبة:

البحيرات والخزانات المستخدمة فى إمدادات المياه، يكون الركود والانقلاب له تأثير كبير على نوعية المياه. أثناء السقوط للإنقلاب كمثال، تصبح المياه ذات النوعية المتدنية فى القاع (والتى تسمى طبقة القاع الباردة) تامة الخلط خلال كل حجم البحيرة. وهذا عادة يزيد من مشكلة المذاق والرائحة فى المياه المعالجة بالطريقة التقليدية إلا فى حالة عمل خطوات إضافية فى عملية المعالجة (مثل استخدام حبيبات الكربون المنشط فى المرشحات). إنشاءات مأخذ المياه يمكن بنائها فى البحيرة بحيث تكون بوابات الدخول والمحابس متاحة عند أعماق مختلفة. هذا يوفر المرونة فى التشغيل وكذلك إمكانية الحصول على المياه ذات النوعية الجيدة وضخها إلى وحدة المعالجة. أثناء فصل الشتاء تكون أفضل نوعية للمياه عند سحبها أسفل سطح الماء مباشرة. (أو أسفل الغطاء الثلجى فى حالة وجوده فى الدول ذات المناخ البارد). فى الصيف تكون المياه السطحية ومياه القاع ذات نوعية متدنية. فى هذا الوقت من العام، أفضل نوعية للمياه يتم سحبها من عمق أسفل طبقة المنحدر الحرارى مباشرة.

تمت محاولات لعديد من الطرق لخفض التأثيرات الضارة للطبقات الحرارية. عند انخفاض الأكسجين المذاب وزيادة النشاط اللاهوائى فى طبقة المياه الباردة السفلى فى البحيرة، فإنه أحياناً يتم نشر الهواء المضغوط خلال مواسير مثقبة موضوعة عند قاع البحيرة لرفع مستوى الأكسجين المذاب فى الماء. وأحياناً يكون الخلط الميكانيكى والخلط للطبقات مؤثراً لتحسين نوعية المياه. أحد الطرق هى بضخ مياه القاع الباردة نحو السطح. المياه الباردة تعمل على خفض مشاكل الطحالب وبذا تقل مشاكل المذاق والرائحة.

الفصل السابع عشر

17

خفض حدة الصوت

Noise Abatement

1. عــام :

كما في حالة المخلفات الكيماوية أو الدخان أو مخلفات الصرف الصحى فإن الصوت يسبب تلوث للمجال البيئى، ولذلك فإنه يتطلب الانتباه اللازم. الصوت ينتج عند ضغط جزء من الجو فجأة، عندما يكون الهواء مرنا فإن الجسيمات المضطربة أصلاً تحدث بالتالى اضطرابات للجسيمات المجاورة، أخيراً ينتشر الضغط ويتقدم بعيداً عن المصدر بهذا فإن الصوت يسير فى شكل موجات (Waves) وعند وصول هذه الموجات قريباً من طبلة الأذن فإننا نشعر بإحساس السمع.

عندما تكون الموجات الصوتية دورية ومنسقة (Peroid) ومنتظمة ولفترة طويلة، فإنها تنتج تأثير مسار. ومثل هذا الصوت يعرف بالصوت الموسيقى، على العكس عندما تكون الموجات الصوتية ليست دورية ومنسقة وغير منتظمة ولفترة قصيرة، فإنها تنتج تأثير غير مسار مثل هذا الصوت (Sound) يعرف بالضجيج أو الضوضاء (Noise).

إنه الضغط الذى عنده مصدر الصوت، فى عدم وجود أى ضوضاء، يصبح مسموعاً أولاً. بالنسبة لشخص متوسط العمر وله قوة السمع العادية، يكون ضغط السمع حوالى 2 × 10^{5} نيوتن/ المتر المربع (2×10^{5} N/m^2) الصوت يصبح أعلا مع زيادة الضغط حتى ضغط حوالى 20 نيوتن/ المتر المربع (20 N/m^2). الصوت يمكن إحساسه غالباً، هذا يعرف بالبداية أو بداية الإحساس (Threshold).

قياس الصوت: (MEASUREMENT OF SOUND)

شدة الصوت تقاس على مستوى لوغاريتمى بسبب المجال المتسع لتغير شدة الصوت، وحدة قياس الصوت هو (بيل) والتى هى كبيرة إلى حد ما ولذلك، فإن الديسى بيل الذى اختصار (db) والذى يساوى 10/1 من البيل هو المستخدم.

مجال الصوت المسموح للضجيج المؤلم يتغير من واحد إلى 10^{13} ولكن هذا المجال الواسع يغطى بالمقياس اللوغاريتمى ما بين 1 إلى 130 وحدات ديسى بيل (1-130 db units). وحدة ديسى بيل واحدة هى تقريباً أصغر تغير لشدة الصوت، الذى يمكن لأذن الإنسان أن تدركه، الجدول الآتى يعطى بعض من مستويات الصوت النموذجية.

جدول (7/1) بعض مستويات الصوت النموذجية

م	مصدر المكان	مستوى الصوت ديسى بيل
1	بداية السمع (غير مسموع)	صفر
2	حفيف الأوراق بسبب الريح الخفيف	20
3	الهمس الهادى	30
4	التحول عند مسافة 1 متر	40
5	الكلام الهادى	50
6	مكتب متوسط	55
7	محل صغير	60
8	حركة مرور فى شارع مزدحم	70
9	طباعة الصحف	80
10	مصنع كبير	90
11	غلاية مصنع	110
12	الضجيج العالى المصاحب للإضاءة	120
13	ضجيج الطائرة عند مسافة 3 متر (مؤلم)	130

منعكس سمعى (ACOUSTIC REFLEX)

المصطلح "منعكس سمعى" يستخدم بقصد الآلية التى بها تعـود الأذن للاستجابة للصوت عند سماعه.

مستويات الضجيج المقبولة (ACCEPTABLE NOISE LEVELS)

أقصى مستوى للضجيج الـذى لا يـضايق الموجـودين ولا يتلـف الـسمعيات (Acoustics) للمبنى (أى خصائص انتقال الصوت) يسمى مستويات الضجيج المقبـول داخل المبنى وهو يعتمد على العوامل الآتية:

1. طبيعة الصوت (الضجيج).
2. نوع المبنى واستخدامه.
3. وقت تردد الصوت (الضجيج).
4. خلفية الصوت (الضجيج).

الجدول (7/2) الآتى يبين مستويات الضجيج المقبولة لمختلف المنشآت من وجهة النظر الاقتصادية، الراحة والاعتبارات العملية للظروف السائدة.

م	نوع المبنى	مستوى الصوت المقبول db
1	ستوديو الراديو والتليفزيون	30 - 25
2	حجرات الموسيقى	40 - 35
3	المكتبات	45 - 40
4	دور العلاج	45 - 40
5	المدارس	50 -45
6	المطاعم	55 - 45
7	البنوك	60 - 50
8	المصانع	65 - 60

شدة موجة الصوت المرتبطة مع خواص الاستقبال: استقباله للأذن يعرف بالجهارة أو ارتفاع الصوت (Loudness). المضايقة تكون نتيجة كلا من الضجيج (Noise) وارتفاع الصوت (Loudness) . بسبب المضايقة، الضوضاء ذات التهديد لجسم الإنسان هى تلك ذات الدرجات العالية (High Pitch)، سعة موجة عالية (High Amplitnde)، وطبقة الصوت أو النغم ضعيف (Poorest Tone)، واستمرار أطول. لا يوجد نشاط حالياً فى المجال التكنولوجى الذى لا يساهم بطريقة أو بأخرى في التلوث الضوضائى فى الواقع تلوث الضوضاء أصبح الآن جزء من البيئة الحياتية وأسلوب الحياة.

تأثيرات الضوضاء (EFFECT OF NOISE)

الآتى هى التأثيرات الهامة للضوضاء:

1. خفض كفاءة العمالة.
2. خلق حالات إعاشة غير مريحة.
3. لوحظ أن الضوضاء لها علاقة بضغط الدم، فى الإجهاد العضلى، حتى عند النوم.
4. تؤدى إلى الإجهاد وبالتالى كفاءة الشخص المعرض للضوضاء تقل كثيراً.
5. وجود الضوضاء يلغى الإحساس بالموسيقى والكلام.

6. التعرض للضوضاء لمدة طويلة قد ينتج عنه صمم مؤقت أو انهيار عصبى
7. يؤدى إلى الحساسية العصبية، الإجهاد وبعض الانفعالات النفسية.
8. قد تؤدى إلى خفض في النشاط المعوى، الدوار، ارتفاع في التنفس، خفض المقاومة الكهربية فى الجلد..الخ.
9. يمكن أن تتداخل مع الاتصالات الكلامية.

عتبة السمع: (THRESHOLD OF HEARING)

مقاومة التلوث السمعى (Control Of Noise Pollution)

قد لا يكون من الممكن مقاومة كل الأصوات المزعجة كلية، ولكن المحاولات يجب أن يتم توجيهها للخفض عند المصدر، خفض الأفراد المعرضين، خفض التعرض..الخ، الصوت المزعج (الضجيجى) يمكن أن يكون محمولاً بواسطة الهواء أو بواسطة المنشأ.

الإجراءات التالية يمكن أخذها لخفض التلوث السمعى:

1. مساعدات حماية الأذن فى الصناعات المحدثة للأصوات العالية فإن العمال يجب أن يتم تزيدهم بمساعدات الحماية مثل سدادة الأذن من المطاط أو البلاستيك الطرى، سماعات الرأس..الخ.
2. تصميم الأبواب والنوافذ لخفض الأصوات العالية يكون من الضرورى التصميم الحذر للأبواب والنوافذ للغرفة، الصوت يسير خلال الشقوق الصغيرة جداً بين الباب والجدار، الفاصل بين كتف الباب أو النافذة والإطار يمكن ملؤه بمادة ماصة للصوت.
3. الإحاطة والتسوير: الطريقة العملية الجيدة لخفض الصوت العالى فى نظام هى بتوفير الإحاطة، والحواجز بحيث أن بعض الموجات الصوتية يمكن قطعها وتوقفها عن الانتشار الإحاطة والحوافز يمكن أن تنشأ من مود البناء العادية، بعض من مواد الرصاص يمكن استخدامها بنجاح للحد من التلوث الصوتى.
4. إجراءات قانونية: يجب متابعة الإجراءات القانونية الموجودة خاصة خلال احتفالات الزواج وأعياد الميلاد..الخ.
5. زراعة الأشجار: المفهوم الجديد الذى لاقى قبولاً هو زراعة الأشجار قريباً من المدارس، دور العلاج، الأماكن العامة، ذلك لأن الأشجار تقلل من حدة الصوت بحوالى من 8 – 10 ديسى بيل (db).

6. التخطيط العمرانى: الاهتزازات من المصادر الخارجية مثل السكك الحديدية، السيارات، المصانع..الخ، تخلق صوت محمول بالمنشأة الطريقة المؤثرة لخفض هذا النوع من الأصوات هو بعمل تخطيط عمرانى جيد يتضمن تقسيم المدينة إلى مناطق مناسبة ومنطقة سكنية توضع بعيداً عن الشوارع الرئيسية، السكك الحديدية، المصانع..الخ.

7. استخدام المرشحات أو المسكنات (Silencers): هذه الطريقة قابلة للتطبيق للحد من الصوت المنبعث من مواسير الغازات أو البخار (Ducts) العوادم، حيث نهايتها يجب أن تكون مفتوحة إلى المجال الخارجى، لهذا الغرض، يمكن استخدام الصوف الزجاجى، أو الصوف المعدنى المغطى بطبقة من المعدن المثقب للحماية الميكانيكية.

8. خفض الاهتزازات (Vibration Damping): فى نظام محاولة خفض الاهتزازات يمكن استخدام طبقة من مادة التخميد فى شكل حشية أو وسادة مطاطية مصنوعة من المطاط، أو الفلين، أو النيوبرين أو البلاستيك للاهتزازات عالية التردد، ينصح بعمل قاعدة قوية للماكينة الهزازة.

الفصل الثامن عشر

18

دراسات الأثر البيئي والفحص والتدقيق

Environmental Impact Studies and Audits

تقليدياً، عملية التخطيط للمشروعات الإنشائية للهندسة المدنية دائماً تتضمن مشاكل فنية واقتصادية. لقد كان حتى 1970 حيث أدخل الأثر البيئى ضمن عملية تخطيط المشروع. لهذا فقد قامت الحكومات بإدخال التخطيط البيئى المتقن فى خطط استخدام الأراضى وقوانين التخطيط العمرانى لتقسيمات الأراضى. والآن، حتى المشروع الإنشائى الصغير بالملكية الخاصة يجب أن يتضمن دراسة الأثر البيئى قبل الموافقة على المشروع. كثيراً من المنشآت الصناعية المقامة يتم كذلك فحصها وتدقيقها لتطابق القوانين البيئية والأغراض الأخرى. من المهم لكل القائمين على التصميم والإنشاء أن يكون لديهم التفهم لأساسيات دراسات الأثر البيئى والفحص والتدقيق البيئى وكيف يمكن استخدامهم.

1ـ ما هو تقييم "الأثر البيئى"

WHAT ENVIRONMENTAL IMPACT STATEMENT (ETS)

تقييم الأثر البيئى لمشروع مقترح هو تقرير مكتوب الذى يلخص نتائج عملية المراجعة التفصيلية البيئية. كتابة تقييم الأثر البيئى تسبقه خطوتين، أولاً: يجب عمل بيان بيئى تفصيلى للموقع وجوار المشروع المقترح. هذا البيان التفصيلى يشمل الوصف المتقن للبيئة الطبيعية الموجودة ويعمل كأساس لتقييم الآثار المحتملة للمشروع. الخطوة الثانية تقييم مصنف كلى، هذا التقييم، الجزء الحاسم فى تقدير الأثر البيئى، تعريف وتحليل حجم السلبيات البيئية الناتجة عن المشروع، هذا التحليل يشمل استنتاج كل التغيرات البيئية الممكنة وكذلك اعتبار حجم والأهمية الكلية لتلك التغيرات. فى كثير من عمليات التقييم، تجرى محاولة لقياس ووصف نوعية الأثر البيئى فى تعبيرات كمية أو رقمية. الشكل العام لوثيقة تقدير الأثر البيئى أو التقرير قد يتغير إلى حد ما، طبقاً للجهة الطالبة التى سوف تقوم بالمراجعة والموافقة عليه. عموماً، هذه الموضوعات تكون ضمن المسودة الأخيرة لتقدير الأثر البيئى وهى:

1. وصف البيئة الموجودة.
2. وصف المشروع المقترح.
3. التقييم البيئى.
4. الآثار البيئية السلبية التى لا يمكن تجنبها.
5. الآثار الثانوية أو الغير مباشرة.
6. طرق التقليل من الآثار الضارة.
7. البدائل للمشروع المقترح.

8. صعوبة إلغاء استخدام الطاقة والموارد.

9. اعتبارات المشاركة والمراجعة المجتمعية.

تقدير الأثر البيئى يعنى به استخدامه كأداة تخطيط واتخاذ القرار. من المفترض أن تكون هادفاً وغير منحاز، ولا يعنى به لتشجيع أو إعاقة تنفيذ المشروع المقترح. الفائدة الكبيرة لعملية تقدير الأثر البيئى هى أن ما له علاقة بالبيئة يجب اختباره بإتقان، والفرص بالنسبة للتلفيات الغير متوقعة أو الحادة بسبب إقامة هذا المشروع يتم إقلالها إلى حد كبير.

لسوء الحظ فإنه أحياناً تستخدم تقارير تقييم الأثر البيئى أحياناً أما لتزكية إقامة مشروع أو للإيقاف الكامل لمشروع قائم. النقد الذى يوجه عادة لتقييم الأثر البيئى هى أنه قد يفرض أحياناً على المشروعات الصغيرة بدون أسباب مبررة. ولكن دور التقييم للأثر البيئى كأداة للتخطيط البيئى مازال قائماً. يمكن أن نتوقع العودة إلى النقطة حيث يمكن تحقيق حماية البيئة بطريقة اقتصادية، نظراً لأن هذا من اهتمامات تكنولوجيا الإنشاءات المدنية، فإن بعض الظواهر الأساسية لتقييم الأثر البيئى سوف يتم مناقشتها.

وصف الوضع البيئى:

DESCRIPTION OF THE EXISTING ENVIRONMENT

الهدف الأساسى من الدراسة البيئية هو إحباط أى آثار من المشروع المقترح إنشاؤه على البيئة، من الضرورى أولاً توفير الصورة الدقيقة المتقنة عن الظروف البيئية الحالية عند وقريباً من الموقع المقترح.

أحياناً يكون متاح مسبقاً تقرير بيئى تفصيلى لكل المدينة، عادة ورغم هذا فإن الطاقم المكلف بإعداد التقييم للأثر البيئى يجب يقوم بدراسة حقلية بيئية أكثر تحديداً وأكثر تفصيلاً.

الوصف التفصيلى للموارد الطبيعية الموجودة والمرافق الحضرية القريبة من موقع المشروع يشمل البيانات الآتية:

1- جيولوجيا التربة وطبوغرافية الأرض: وهذا يشمل وصف أنواع الطبقة الصخرية التى تقع تحت الموقع، أنواع التربة وخواصها، الميول الأرضية الموجودة أو الطبوغرافية. إمكان تآكل ونحت التربة يعتبر عامل هام بالتحديد، مثل معدلات التدفق السفلى، العمق حتى منسوب المياه الجوفية، وأماكن إعادة التغذية للخزان الجوفى.

2- مصادر المياه: المجارى المائية والمسطحات العذبة القريبة من موقع المشروع يتم دراستها ووصفها، البيانات عن نوعية المياه السطحية والمياه الجوفية يتم تناولها

مثل إطارات الصرف، مخاطر الفيضان، معدلات التدفق للمجرى المائى. يتم تقييم معدلات سقوط الأمطار المتاحة أو المطورة لإمكان اتخاذ الإجراءات المناسبة للتأكد من عدم زيادتها فيما بعد.

3- النباتات والكائنات البرية: نوع ومدى توفر الزراعات الخشبية ونمو النباتات فى الموقع يتم وصفها وكذلك الوصف التفصيلى لأى أجناس نادرة أو وحيدة، أنواع الحيوانات المستخدمة للموقع يتم كذلك مناقشتها، ووجود أى أنواع معرضة للخطر يتم تعيينه، عادة بيانات المصادر البيئية يتم توقيعها بالرسوم التوضيحية لزيادة الإيضاح.

4- نوعية الهواء والصوت: يتم الحصول على بيانات الحالة الهوائية الموجودة وتقييمها، وكذلك يتم دراسة وتلخيص الحالات المحلية مثل متوسط سرعة الرياح، واتجاهاتها، ومعدل التغير فى درجات الحرارة، يتم تقييم مستويات الصوت وفترات حدوثه ومدته القريبة من الموقع.

5- النقل: يتم وصف الوسائل الموجودة للنقل بما فيها السيارات، القطارات، الطائرات، وحجم الحركة المرورية، وكذلك طاقة وشبكة السكك الحديدية.

6- المرافق العامة: مكان وطاقة مصادر الإمداد بالمياه القريبة ونظم الصرف الصحى يتم وصفها على مخطط الموقع، يتم كذلك تقييم الغاز، التليفونات، الكهرباء وخدمة جمع المخلفات فى المنطقة.

7- التعداد، استخدامات الأراضى، واقتصاديات المجتمع: يتم دراسة ووصف كثافات السكان الحاليين والإطار العام لاستخدامات الأراضى بما فيها المناطق السكنية، التجارية، الصناعية، الزراعية، المستويات الاقتصادية والدخول المحلية، طاقة المدارس، مقاومة الحريق، والخدمة الشرطية فى المنطقة كل هذا يتم تقييمه.

8- الملامح التاريخية والثقافية: احتمال وجود موقع للآثار خلال حدودا المشروع يتم بحثه، أماكن العلامات التاريخية، المتاحف، أو المكتبات يتم وصفه، أى ظاهرة فريدة ذات ناحية جمالية، مثل المناظر الجملية الطبيعية، أو المناطق المتبقية كمساحات فضاء يتم ملاحظتها.

وصف المشروع المقترح:

بالإضافة إلى الوصف البيئى التفصيلى الكامل، فإنه يكون من الضرورى توفر صورة واضحة عن طبيعة وحدود المشروع المقترح. رغم أنه ليس المطلوب خريطة أو مخطط هندسى تفصيلى، إلا أنه يجب عمل مخطط أولى متاح بمعرفة صاحب

المشروع. هذا المخطط يجب أن يكون شاملاً بما يحقق التقييم ذو المعنى للآثار البيئية. المهندس الاستشارى أو المعمارى المنوط بهم التطوير يجب أن يوفروا معلومات متعلقة بالمساحة الكلية للمشروع، عدد قطع أراضى البناء، التوزيع النسبى للخدمات السكانية، التجارية، الصناعية وأى بيانات أخرى. مخطط أولى لتوضيح الاستقامة المقترحة وتدرج الطرق يجب إعداده. يتم توضيح ارتفاعات الدور الأول للمنشآت المقترحة وأى تغيرات متعلقة بالطبوغرافيا.

يجب توضيح نظام صرف مياه الأمطار، بما فيه خطوط المواسير تحت سطح الأرض وأى خزانات لحجز مياه الأمطار، يتم إظهار نقط صرف مياه الأمطار، يتم إرفاق المخططات للإمدادات المقترحة للمياه ونظام جمع مياه الصرف، مبيناً مكان وطاقات خطوط المواسير وأى منافع أخرى. فى بعض الحالات يكون المطلوب معلومات عن نوع الإنشاء، والمناظر الطبيعية، والقيمة السوقية المتوقعة للمرافق والخدمات المنشأة.

تقييم الآثار البيئية:

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT

المهمة الأولى لطريقة تقييم الأثر البيئى هى التنبؤ بالتأثيرات الضارة (والمفيدة) للمشروع المقترح على البيئة الطبيعية والبيئة الحضرية، يتم ذلك بما يمكن من اتخاذ الإجراءات ليقلل أو لمنع حدوث الآثار الضارة عند تنفيذ المشروع، التنبؤ أو تقييم الآثار البيئية ليس بالعمل السهل، فيجب تنفيذه بواسطة طاقم متعدد المعارف والتخصصات حيث يشمل المهندسين المدنيين، والفنيين، الجيولوجيين، مخططوا المجتمعات الحضرية، ومتخصصوا البيولوجيا أو الإيكولوجى. بالنسبة للمشروعات الضخمة والمعقدة وبالتحديد بالنسبة للقرارات البيئية الحساسة، فإن الطاقم يمكن أن يشمل مهندسو العمارة، علماء الاجتماع، علماء الآثار.

يمكن تقييم آثار بيئية معينة مباشرة، وهذه ليست مادة عرضة للالتباس، فمثلاً، الزيادة المتوقعة فى تدفقات السيول بسبب المشروع يمكن حسابها ومقارنتها بمعدلات التدفق المتوقعة وأحجامها، يمكن استنتاج تأثير الزيادة على الموقع وعلى خواص المجرى المائى. كما تم مناقشته فى الفصول السابقة، هذه التأثيرات قد تشمل الفيضان، تآكل التربة، وتلوث المياه.

تأثيرات نوعية الهواء يمكن تقديرها كذلك باستخدام نماذج رياضية حديثة، عادة انبعاث ثانى أكسيد الكربون من السيارات له أهمية خاصة فى مشروعات تنمية

الأراضى، الزيادة فى الحركة المرورية للسيارات يمكن أن تساهم مباشرة فى هذا التأثير. المبادئ الأساسية لهندسة المرور يمكن تطبيقها لتقدير الزيادة فى الحركة المرورية بدلالة زيادة الكثافة السكانية واستعمالات الأراضى. باستخدام هذه المعلومات، بالإضافة إلى البيانات عن نوعية الهواء الموجود والحالات المناخية السائدة، فإن تأثير المشروع على نوعية الهواء المحلى يمكن استنتاجها.

التأثيرات على النباتات والكائنات الحيوانية البرية أكثر صعوبة فى تقييمها، رغم أنه من السهل تقدير عدد الهكتارات أو الفدادين من الأراضى الخضراء سيتم تدميرها نتيجة إنشاء المشروع، إلا أنه من الصعب الموافقة على قيمة أو أهمية هذا التأثير.

من المهم التفرقة بين الآثار قصيرة المدى والآثار ذات المدى الطويل، فمثلاً، تأثيرات الأنشطة الإنشائية قد تشمل زيادة مؤقتة فى مستويات الصوت المجاور من المعدات الثقيلة. مع تمام تنفيذ المشروع فإن هذه التأثيرات تتوقف، لذلك فإنها تعتبر ذات تأثير قصير المدى، ولكن تأثير المشروع على نظام التدفق لمياه الإمطار والسيول ومعدلات التغذية للخزان الجوفي سوف لا يتوقف عند انتهاء تنفيذ المشروع، وهذه تأثيرات طويلة المدى. كثيراً من طرق عمل التقييم البيئى تم تحديثها خلال السنين الماضية. فهى تتقاسم الدور الأساسى لتوفير تقييم بيئى شامل ومنظم للمشروع، مع أكبر درجة من الموضوعية هذه الطرق تتراوح فى التعقيد من كشوف المراجعة البسيطة إلى الطرق الشبكية الأكثر تعقيداً.

فى طريقة كشوف المراجعة، كل التأثيرات البيئية الهامة لجميع بدائل المشروع يتم وضعها فى كشوف، والقدر المتوقع لكل تأثير يتم وصفه نوعياً، فمثلاً، التأثيرات السلبية يمكن توضيحها بعلامات سالبة، التأثير الصغير أو المتوسط يمكن توضيحه بعلامتين للسالب مثلاً (– –)، بينما التاثيرات الأكثر شدة نسبياً يمكن إظهاره بثلاث أو أربع علامات سالب (– – – –) الآثار المفيدة أو الموجبة يمكن توضيحها بعلامات زائد (+) إذا كان التأثير البيئى غير قابل للتطبيق لبديل مشروع معين، فإنه يتم وضع العلامة صفر (0) مثل هذا الكشف يوضح توضيح مرئى للتقييم.

فى الطرق الشبكية: يتم عمل محاولة لتقدير أو لتعيين درجة التأثيرات النسبية لبدائل المشروع وتوفير أساس رقمى للتقييم . القدر المتوقع لكل تأثير هام يمكن وضعه على تدرج مثل من صفر إلى 10، الأرقام الأعلا قد تمثل التأثيرات شديدة الضرر، بينما الأرقام الأقل تمثل التأثيرات القليلة أو المهملة. الصفر (0) يبين لا تأثير متوقع لنشاط معين أو مكون بيئى.

تستخدم كذلك معاملات الأوزان الرقمية فى الطريقة الشبكية، لبيان الأهمية النسبية لتأثير معين، هذه العوامل الوزنية يتم الموافقة عليها بواسطة طاقم التقييم وهى خاصة بالموقع وبالمشروع، فمثلاً، التأثيرات على نوعية المياه الجوفية يمكن اعتبارها أكثر أهمية فى مساحة معينة أكثر من التأثيرات على نوعية الهواء، وخاصة إذا كانت المياه الجوفية هى المصدر الوحيد لمياه الشرب. نوعية المياه الجوفية يمكن تقديرها بأهمية نسبية أو وزن قدره 0.5، مقارنة بـ 0.2 لنوعية الهواء.

عوامل الوزن يمكن ضربها بما يقابلها من تقادير التأثير لوضع كل تأثير في رسم منظورى. فمثلاً عند اعتبار أن التأثير على نوعية المياه الجوفية له قدر (4) وأن التأثير على نوعية الهواء له قدر أكبر (6). ولكن بعد وزن التأثيرات (بالضرب فى معاملات الوزن)، سوف نرى أن التأثير الكلى الواضح على نوعية الماء 0.5 × 4 =2 أكثر أهمية أو حدة عن التأثيرات على نوعية الهواء 0.2 × 6 = 1.2. إذا كان أثقال التأثيرات لكل البنود فى الكشف تم جمعها معاً، فإنه يمكن الحصول على مؤشر لنوعية البيئة لكل بديل للمشروع. البديل ذو المؤشر الأدنى هو ذلك الذى من المحتمل أن يسبب أدنى الآثار البيئية الضارة.

اعتبارات أخرى لتقدير الأثر البيئى:

تقدير الأثر البيئى يجب أن يشمل بند عن إجراءات وطرق التخفيف والتلطيف. إجراءات التخفيف هذه، هى تغيرات مقترحة للتفاصيل المتعلقة بتصميم المشروع والتى يمكن أن تقلل او تبعد الآثار الضارة. فمثلاً، أحد أهم الآثار ذات التأثير المحدود بسبب الأنشطة الإنشائية هو الزيادة فى تآكل التربة والترسيبات فى المجارى المائية المحلية، وهذا يؤدى إلى خفض فى نوعية المياه السطحية، إجراءات معينة لمنع حدوث تآكل التربة والترسيبات الترابية فى المسطح المائى يمكن أن يتم وصفها فى تقدير الأثر البيئى (فمثلاً، استخدام أوراق العشب أو القش وكذلك الإنبات المؤقت) مثال آخر لطريقة التخفيف هو إعادة التوطين كلما أمكن ذلك عند استخدام الموقع فى الإنشاء للمحافظة على الأشجار الثمينة النباتات الأخرى. تقرير تقدير الأثر البيئى يجب كذلك أن يركز على الآثار الضارة التى لا يمكن تجنبها – تلك الآثار الضارة التى لا يمكن تجنبها ببساطة عند تنفيذ المشروع المقترح. فمثلاً، إذا كان إنشاء المشروع يتطلب تدمير وإزالة جزوع أشجار جميلة، فإن ذلك يلزم إبرازه كأثر بيئى يصعب تجنبه.

كل بدائل المشروع المعقولة يتم تقييمها ومناقشتها في تقدير الأثر البيئى، وهذا يمكن أن يشمل التغيرات فى المكان أو الهدف وكذلك البديل لإلغاء المشروع أو العمل.

بديل إلغاء العمل لا يسبب اضطراب بيئى بالنسبة للموقع المقترح والضواحى، ولكن عموماً له آثار ضارة من الناحية الاقتصادية والاجتماعية. فمثلاً، نفترض أن المشروع يتضمن إنشاءات سكنية، ولكن بديل إلغاء المشروع وأن كان سيحافظ على الموقع فى حالته الطبيعية، إلا أنه سيسبب عجز فى الوحدات السكنية المتاحة بما ينتج عنه من آثار ضارة.

كثيراً من تقارير تقدير الآثار البيئى يجب أن تشمل تقييم لاحتمالات الآثار التالية أو الغير مباشرة والتى ستكون بسبب تنفيذ المشروع. الآثار التالية أو المترتبة هى تلك التى لا تظهر فى الحال والتى لا تكون بسبب المشروع مباشرة، ولكن يحتمل ألا تحدث فى حالة عدم تنفيذ المشروع.

فمثلاً، تصور ماذا سوف يحدث فى حالة إنشاء خط مياه جديد وخط صرف صحى على طول طريق قروى لربط المساكن الجديدة للحى الجديد بمرافق مياه الشرب والصرف الصحى الموجودة . قبل مرور وقت طويل سيتم بناء مساكن جديدة على طول هذا الطريق، مسبباً تنمية شريطية، ذلك لان كلا من مرافق المياه والصرف الصحى متاحاً وجاهزاً، فى الواقع فإن إنشاء هذا الحى المخطط أصلاً قد يؤدى بطريقة غير مباشرة إلى تنمية مستقبلية ليست مرغوبة بالقدر المطلوب.

معظم وثائق تقديرات الأثر البيئى تحتوى على بند يتناول ما سيحدث للموارد نتيجة تنفيذ المشروع المقترح، تناول هذا البند بخصوص الآثار الضارة التى لا يمكن تجنبها، وهذا يساعد فى مراجعة وتوجيه النظر نحو استهلاك المادة والطاقة، الفقد فى الكائنات البرية والكائنات النادرة بالفقد أو التعرض للخطر، والتغير المستمر فى طبوغرافية الأرض واستعمالاتها وهذه الآثار لا يمكن استعادتها.

أخيراً التقدير الكامل للأثر البيئى يجب أن يتضمن بند خاص بالانعكاسات لفكر المجتمع ومدخلاته، التقرير يتم إعداده أولاً فى شكل مسودة، والتى يتم توزيعها لجهة الحكومية المسئولة للمراجعة وذى الاهتمام من الجمعيات الأهلية والمواطنين، فى معظم الحالات يمكن مناقشة المسائل البيئية فى مؤتمرات عامة، مشاركة الأهالى يعتبر ذو أهمية بالغة حيث أنه يمكنهم الإشارة بالبدائل التى قد تغيب عن المتخصصين الذين قاموا بإعداد التقرير، مساهمة ومشاركة الأهالى تفيد كذلك فى حل الخلافات مبكراً فى عملية التخطيط، الشكل النهائى لتقرير تقدير الأثر البيئى يعكس آراء ورغبات المواطنين.

الفحص والتدقيق والمراجعة البيئية: (ENVIRONMENTAL AUDITS)

الفحص والتدقيق والمراجعة البيئية هو تقييم لعملية إنتاج وإدارة المخلفات لمنشأة صناعية، وكذلك تقييم تطبيق المنشأة للقوانين البيئية. الفحص والتدقيق والمراجعة البيئية هوة أداة إدارة التى تعزز الأداء البيئى الكلى للمنشأة الصناعية وهى حالياً من المتطلبات لنقل الاحتياجات واختصار المسئولية القانونية بسبب عمليات إدارة المخلفات الغير صحيحة.

توجد أنواع مختلفة وأغراض كثيرة للفحص والتدقيق البيئى فمثلاً، عمليات الفحص لخفض المخلفات تعتبر مثال نوع آخر من الفحص للصفات التجارية، والذى يتم تنفيذه قبل البيع أو التمويل لمنشأة تجارية أو صناعية، وهو مطلوب أساساً بواسطة مؤسسات القروض، وشركات التأمين، المشتريين..الخ.

طاقم الفحص والتدقيق والمراجعة يجب أن يكون غير منحاز فى نظره نحو وضع ومنزلة المؤسسة. أفراد المؤسسة أو الشركة عادة يكونوا جزء من الطاقم، حيث أنهم الأكثر معرفة عن خطة العمليات. المستشارون مستقلون والمتخصصون يمكن كذلك أن يعملوا كذلك كأعضاء فى طاقم الفحص والدقيق أو يمكن قيامهم بالفحص والتدقيق بأكمله للتقييم الكامل. الفحص الذى يتم لتقييم التطابق القانونى يتكون من ثلاث مجالات. فى المجال الأول، هو ما إذا كان التلوث الموجود يتم تعيينه بالأعمال المساحية والدراسة الحقلية للموقع، أو بالتقدير التاريخى للملكية والمراجعة القانونية، المجال الثانى، بوصف أنواع، مصادر، درجة أى تلوث، المجال الثالث، عادة يشمل تقييم تفصيلى للمخاطر البيئية أو احتمال حدوثها (والتمويل المتعلق بهذا). الخطوات الأساسية فى عملية الفحص والتدقيق تشمل التخطيط المسبق لعملية الفحص والتدقيق (Preaudit)، وإعداد المسودات الأصلية (protocols)، كشوف المراجعة، الاستبيانات، الاستطلاعات الحقلية، أخذ العينات، تسجيل البيانات، وأخيراً التقييم النهائى لنتائج البحث.

يتم إعداد التقرير عند نهاية الفحص والتدقيق صريح وغير منحاز معلناً عن السلبيات التوصيات فى تقرير الفحص والتدقيق قد تشمل إجراءات تصحيح، مثل تطوير طريقة التخطيط، تحسين أخذ العينات، الحصول على التراخيص المناسبة، كذلك من الأساسى لتحقيق عمليات فحص وتدقيق مؤثرة يلزم توفير خطة عمل وطرق المتابعة.

الفصل التاسع عشر

19

الملاحق

ملحق (أ)

دور الخبير الفنى والخبير التقنى:

ROLE OF THE TECHNICIAN AND TECHNOLOGIST

الطاقم الهندسى يشمل خبراء فنيين وخبراء تقنيينْ بالإضافة إلى المهندسين. من المهم للدارسين التفهم الواضح لدورهم المستقبلى فى هذا الطاقم ولإدراك للمتطلبات التعليمية الضرورية لبدء مهنة فى مجال الهندسة البيئية أو تكنولوجيا البيئة. بما يساعد الدارسين للدراسة للمجالات المتسعة والمختلفة لفرص العمالة ومسئوليات الوظيفة الموجودة لانتسابهم لمستويات مختلفة من التعليم والتدريب.

التعليم:

يوجد ما لا يقل عن ستة مستويات مختلفة للتعليم التى عندها يمكن للشخص أن يبدأ مهنة فى مجال تكنولوجيا الهندسة المدنية للبيئة. كما يمكن أن يتوقع، المستوى الأعلى فى التعليم يحتاج إلى توظيف أكبر للوقت وقدرات أكاديمية أقوى عن المستوى الأقل فى التعليم، مستويات التعليم هذه تشمل الآتى:

هندسة	فنية	
درجة الدكتوراه	درجة البكالوريوس	الشهادات مختلفة المستويات
درجة الماجستير	درجة الزمالة	
درجة البكالوريوس		

الفرق الأساسى بين برامج درجة البكالوريوس فىْ المجال الهندسى والتقنى هو فى تسلسل ومستوى المقررات التعليمية فى المنهج، البرامج الهندسية تضع تأكيداً أكبر على الرياضيات، الفيزياء، وقدرات تحليلية عامة عن ذلك للبرامج التقنية. توجد مقررات هندسية معينة يأخذها الدارسون فى السنين الأولى والنهائية للكلية، بعد التأسيس الجيد للمبادئ النظرية فى السنين الأولى والثانية من الدراسة الجامعية. معظم المناهج الهندسية تعتمد على المعلومات الجيدة للتفاضل والتكامل.

يعرف الأداء الهندسى بأنه استخدام العلوم والرياضيات لحل المشاكل لخير الإنسان. التكنولوجى على الجانب الآخر يمكنه التطبيق للمبادئ الهندسية لمصلحة الإنسان. يوجد تركيز أقل على الرياضيات والعلوم الطبيعية بالنسبة لبرامج التكنولوجى بدلاً من ذلك يتم التركيز على التطبيق العملى والمهارات اليدوية. مقررات التكنولوجى

عادة تتطلب معلومات عن الجبر والهندسة، ولكن لا تعتمد على التفاضل والتكامل وتحديداً في السنوات الأولى والثانية. كما يمكن دراسة موضوعات تكنولوجية محددة فى المناهج التكنولوجيا للسنين الأولى.

عموماً مطلوب لا يقل عن 7 سنوات دراسة جامعية كل الوقت لدرجة الدكتوراه، 5 سنوات لدرجة الماجستير، 4 سنوات لدرجة البكالوريوس فى هندسة البيئة، لا يقل عن 4 سنوات لدرجة البكالوريوس فى تكنولوجيا البيئة، سنتين لدرجة الزمالة فى التكنولوجى، بعض المدارس تمنح درجة الماجستير فى التكنولوجى ولكن هذا ليس هو العادى.

الشهادة لعامل لنظم الإمداد بالمياه أو نظم الصرف الصحى تتطلب دبلوم مدرسة عليا والنجاح فى الامتحان التحريرى، كذلك، قد يكون المطلوب سبع سنوات من الخبرة العملية. مستويات الشهادة تتوقف على نوع وخجم المنشأة اللازم تشغيلها للمياه أو الصرف الصحى. خريجوا الجامعات الحاصلين على برنامج درجة الماجستير فى التكنولوجيا الهندسية (Engineering Technology) تسميتهم هى التكنولوجى (Technologist) بينما خرجى الجامعات لبرنامج درجة الزمالة يسموا فنيين (Technicians) . كثيراً من العمال، لا يقوموا بالتفرقة بين التكنولوجى ودرجة البكالوريوس فى الهندسة، بعض التكنولوجيين يقوموا بمهام وظيفية التى تشمل عمل المهندس. عموماً دور الفنى والتقنى هو مثل تلك العلاقة بين المهندس والبناء.

الوظائف (EMPLOYMENT)

لأغراض التوضيح، يمكن تقسيم فرص التوظيف والعمل إلى ثمانى أنواع مختلفة من الأنشطة ملحق (جـ).

ملحق (ب)
مراجعة لوحدات القياس ومعاملات التحويل

1ـ مراجعة لوحدات القياس:

أ- الوزن:

الكتلة والوزن (Mass and Weight) هى كميات طبيعية مختلفة كتلة كمية ما مـــن المادة تكون ثابتة فى أى مكان، بينما الوزن لهذه المادة يتوقف على قوة مجال الجاذبية، الوزن هو القوة الناتجة عن الجاذبية. من قانون الحركة الثانى لنيوتن، فـــإن الـــوزن يساوى الكتلة × عجلة الجاذبية ($w = gm$)، حيث :

W = الوزن ويعبر عنها أما بالرطل أو بالنيوتن.

M = الكتلة ويعبر عنها أما بالكيلو جرام أو (Slug)

(وهو وحدة كتلة تساوى 32.174 رطلاً أو 14.593 كيلو جرام).

G = عجلة الجاذبية.

عند منسوب سطح البحر على الأرض، القيمة المتوسطة لعجلة الجاذبية (g) هـــى 9.81 متر/ ثانية تربيع (m/s^2) أو 32.2 قدم/ ثانية تربيع (Ft/S^2).

حيث أن $w = mg$ فإن كتلة واحدة كيلو جرام.

تزن $w = 1 \times 9.81 = 9.81$ نيوتن (9.81 N)

غرض له كتلة 50 كيلوجرام يزن $50 \times 9.81 = 490$ نيوتن، وهكذا.

ولذلك فإنه ليس صحيحاً أن يقال أن هذا الغرض يزن 50 كيلوجرام من المهم تفهم الفرق الكبير بين الكتلة والوزن.

عادة يكون من المناسب معرفة أن القوة (أو الوزن) لواحد نيوتن يـــساوى تقريبـــاً وزن تفاحة (حوالى 4/1 رطل)، وكتلة وزن واحد كيلوجرام حوالى 2.2 رطل (على الأرض).

2ـ درجة الحرارة:

مقياس درجة الحرارة (Celsius) الذى كان يسمى درجة الحرارة المئوية ليقـــيس درجة غليان الماء عند 100°م ودرجة حرارة تجمد الماء عند صفر درجة مئوية.

درجة الحرارة كلفن (Kelvin) واختصارها K حيث درجة الحرارة صفر مئوية = 273.15 + صفر كلفن

درجة حرارة الفهرنهيت (F°) درجة حرارة تجمدا لماء = 32 فهرنهيت ودرجة حرارة غليان الماء هى 212 درجة فهرنهيت.

درجة الحرارة المئوية ودرجة حرارة الفهرنهيت علاقتهم معا طبقاً للمعادلة الآتية

Tc × 9/5 + 32°م = TF°

(Tc °32 – T_F) 9/5 = Tc

حيث T_F، T_c تقابل درجات الحرارة الفهرنهيت والمئوية فمثلاً 20°م تساوى 32 + 5/9 × 20 = 68 درجة فهرنهيت

ودرجة حرارة 50 فهرنهيت = 9/5 (50 – 32) 10°م.

وحدات أخرى مشتقة:

كميات طبيعة أخرى ذات الأهمية فى تقنينات البيئة مثل المساحة، الحجم، الضغط، معدل التدفق يعبر عنها بوحدات مشتقة من وحدات الأساس فمثلاً، المساحة يعبر عنها بالمتر المربع أو القدم المربع والحجم بالمتر المكعب أو القدم المكعب ووحدات أخرى للمساحة مثل الفدان والهكتار والوحدات الحجمية الأخرى هى اللتر والجالون.

الضغط يعرف بالقوة على وحدة المساحة ويعبر عنه فى وحدات مشتقة N/m^2 (نيوتن/ المتر المربع) أو رطل/ البوصة المربعة. فمثلاً ضغط واحد نيوتن/ المتر المربع ($1N/m^2$) يسمى باسكال (Pascal)، واختصار رطل/ البوصة المربعة ($11b/m^2$)، واختصاره (PSi). رمز الباسكال Pa وحدات القياس الأخرى المشتقة مثل وحدة الوزن (T) ويعرف بالوزن لوحدة الحجم ويعبر عنه بالنيوتن للمتر المكعب (N/m^3)، بالرطل/ الياردة المكعبة.

الوزن لوحدة الحجم Y = W ÷ V = أو V = W ÷ Y

المخلفات الصلبة الغير مدمجة كمثال، لها وحدة وزن Y

Y = 1000 نيوتن/ م3، الحجم V = 5 متر مكعب.

∴ الوزن = 1000 × 5 = 5000 نيوتن، 2500 نيوتن من المخلفات المنزلية الصلبة سوف تشغل 2500 ÷ 1000 = 2.5 متر مكعب.

المضاعفات:

ضغط واحد باسكال يعتبر ضغط ضعيف جداً، فمثلاً ضغط الماء يمكن أن يكـون 40000 باسكال (60 رطل على البوصة المربعة) لذلك يفضل كتابة هذه القيمة لتكون 40 كيلو باسكال أو (40 KPa).

القيم المستخدمة مقدماً فى التطبيقات البيئية.

القيمة	الرمز	المضاعف
جيجا	G	10^{9}
ميجا	M	10^{6}
كيلو	K	10^{3}
ميللى	M	10^{-3}
ميكرو	M	10^{-6}
نانو	N	10^{-9}
بيكو	P	10^{-12}

فمثلاً، حجم 55 مليلتر يساوى 5×10^{-3} أو 1005 لتر، كتلة 0.000003جرام (3×10^{-6} جرام) تساوى 3 ميكروجرام> 7 مليون لتر من الماء تساوى 7 مليـون لتر (7 ميجا لتر) فى الحجم.

معاملات التحويل:

الطول:

1 مليمتر = 0.03937 بوصة

1 متر = 3.281 قدم

1 كيلومتر = 0.6214 ميل.

المساحة:

1 متر مربع = 10.76 قدم مربع.

1 هكتار = 10000 متر مربع = 2.471 فدان.

الحجم:

1 لتر = 0.2642 جالون = 0.03531 قدم مكعب

1 متر مكعب = 264.2 جالون = 35.31 قدم مكعب

معدل الدفيق الحجمي:

1 لتر/ ث = 15.85 جالون فى الدقيقة = 0.02282 مليون جالون فى اليوم

1 متر مكعب/ ث = 15.850 جالون فى الدقيقة = 22.82 مليون جالون فى اليوم

1 مليون لتر/ اليوم = 1000 متر مكعب/ اليوم = 0.264 مليون جالون/ اليوم.

الكتلة والوزن:

1 كيلوم جرام = 2.205 رطل.

1 نيوتن = 0.2278 رطل.

1 طن = 1000 كيلو جرام = 2205 رطل.

1 كيلوجرام/ لتر = 8.345 رطل/ الجالون.

1 كيلو نيوتن/ المتر المكعب = 172 رطل/ الياردة المكعبة.

الضغط:

1 كيلو باسكال = 0.147 رطل/ البوصة المربعة.

1 ضغط جوى = 100 كيلو باسكال = 14.7 رطل/ البوصة المربعة.

الطاقة:

1 كيلو وات = 1.341 حصان

1 حصان = 550 قدم رطل / الثانية

ملحق (جـ) أنواع العاملين في مجال شئون البيئة

TYPES OF EMPLOYERS

أنواع متعددة ومختلفة من التنظيمات المستخدمة لمهندسى البيئة المـدنيين (Civil)، التكنولوجيين، الفنيين. هذه تشمل مجالات الكليات، الجامعات، الهندسـة الاستـشارية، أقسام هندسة البلديات أو الأشغال العامة، مقاولوا الإنشاء، الصناعات، مرافـق الميـاه والصرف الصحى، ممثلى الحكومة القانونيين. الأنشطة التى يمكن أن تـشغلها هـذه التخصصات المختلفة من العمالة.

المستخدم / النشاط	كليه	استشارى هندسى	هندسة البلدية	مقاول	هندسة البلدية	ممثلى الحكومة	مرفق المياه أو الصرف الصحى
أبحاث	▨	□			▨	□	
تعليم	▨						
تخطيط		▨	□			▨	□
تصميم		▨	▨	□	□	□	□
إنشاء		□	□	▨			
عمل		□	▨				▨
تنظيم						▨	
مبيعات					▨		

▨ نشاط أولى   □ نشاط ثانوى

شكل (B2) توجد أنواع كثيرة مختلفة من العمالة فى مجال تكنولوجيا البيئة معظـم العمال يركزوا على واحد أو اثنين من العمل الرئيسى أو النـشاط مثـل التـصميم أو الإنشاء.

نشاطات التكليف بعمل (JOB ACTIVITIES)

بعض النشاطات مثل تصميم المشروع، تتطابق ما بين المجال التعليمى مثل درجة الدكتوراه ودرجة الزمالة. كيف أن واجبات العمل والمسئوليات تختلف طبقاً للتعليم فى ذلك النشاط المعين؟ ما هو دور المهندسين، التكنولـوجيين، والفنيـين فـى تـصميم المشروع؟ .

عموماً، المهندس صاحب المستوى العالى من التعليم أو الخبرة يقوم بدور مـدير المشروع. هذا يشمل التقابل مع العميل أو صاحب المشروع، إعداد الميزانية، جدولـة وتنسيق عمل تصميمى معين، اتخاذ معظم القرارات حول مفاهيم تقنيـات التـصميم

والطريق إلى حل المشكلة. مهندس المشروع (الحاصل على درجة الماجستير أو البكالوريوس في الهندسة) يقوم بالعمل تحت إشراف مدير المشروع، هو أو هى يتولى القيام بالمسئولية الكلية لنشاطات التصميم اليومى بما فيها إعداد الخطط والمواصفات لهذا المشروع.

إذا كان المشروع ضخم ومعقد كما فى حالة تصميم حديث لمحطة معالجة مياه – فإنه يعمل العديد من المهندسين، التقنيين، الفنيين، تحت الإشراف المباشر لمدير المشروع. المهندسين الحاصلين على الماجستير والبكالوريوس سيقوموا بالتصميم التفصيلى لمكونات المشروع مثل عمليات الترويب أو الترشيح. هذا يشمل حسابات التصميم باستخدام الحاسبات، إعداد المخططات والرسومات واختيار المعدات وكتابة المواصفات. التقنيين قد يساهموا كذلك في تفاصيل الأنشطة التصميمية هذه.

الفنيين مع درجات الزمالة يشتركوا فى مساعدة مهندسوا التصميم والتقنيين تحت الإشراف المباشر، يقوموا بتنفيذ أعمال روتينية مثل عمل الحسابات، تحضير وإدخال البيانات لتحليل الكمبيوتر، إعداد الرسومات التفصيلية وتوقيع البيانات، الأنشطة الأخرى. الفنى يقوم كذلك بالأعمال المساحية لموقع المشروع، أخذ عينات التربة أو الماء واختبارها والمباحث الحقلية الأخرى.

الخاتمة:

أنه ليس من الممكن هنا مناقشة كل فرص العمل والأنشطة المتعلقة بهندسة وتكنولوجيا البيئة (Environmental Engineering and Technology) ولكن هذه المناقشة سوف تساعد الدارس على الإدراك الكامل للمجال المتسع لنشاطات العمل وأنواع العمالة وتفهم العلاقة العامة بين مستوى التعليم وفرص المسئولية والتقدم تحديداً. من المهم التمييز بين الهندسة وتكنولوجيا الهندسة (Engineering and Engineering Technology)

في السنين القادمة، سوف تكون هناك حاجة فى مجال تكنولوجيا البيئة لأشخاص فنيين عند كل المستويات من التعليم والتدريب. حماية الصحة العامة ونوعية البيئة، من الأولوية القصوى لكل المواطنين والسياسيين والقانونيين، مع قيام الباحثين والمهندسين فى تطوير تقنيات جديدة لإدارة المخلفات والحد من التلوث فإنه سوف يتاح فرص كثيرة للتقنين والفنيين لتطبيق وتنفيذ المبادئ الحديثة لتكنولوجيا البيئة.

ملحق (د)

المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى مياه الشرب والاستخدام المنزلى والتى أقرتها اللجنة العليا للمياه فى 1995/2/26، حيث أصدرت وزارة الصحة القرار رقم 108 لسنة 1995 استرشاداً بالقيم الدليلة لمنظمة الصحة العالمية والتـى تـشمل الخواص الطبيعية والمحتوى من المواد العضوية والغير عضوية والكائنـات الحيـة التى لها تأثير على صلاحية المياه للشرب والاستخدام المنزلى.

1ـ الخواص الطبيعية:

الخاصية	الدلائل التى أعدتها منظمة الصحة العالمية	المعايير التى أقرتها وزارة الصحة
الطعم والرائحة	مقبول لدى معظم المستهلكين	ومقبولان
اللون		2 -3 كحد أقصى بمقياس الكوبالـت بلاتين
العكارة	5 بمقيـاس نيفيلـو متـرى ويفضل واحد لضمان كفـاءة التطهير	5 بوحدات جاكسون أو مـا يعادلهـا للمياه المرشحة، 100 للمياه الجوفيـة والخليط
الرقم الهيدروجينى pH	8.5 – 6.5	9.2 – 6.5

2ـ القيم الدليلة والمعايير للمواد الغير عضوية ذات التأثير عن الاستساغة والاستخدام المنزلي

المواد الغير عضوية	دلائل منظمة الصحة العالمية	المعايير التى أصدرتها وزارة الصحة
الأملاح المذابة	1000 ملجرام/ لتر	1200 ملجرام / لتر
الحديد	0.3 ملجرام / لتر	0.3 ملجرام/ لتر للمياه المرشحة، 1 ملجرام/ لتر لمياه الآبار
المنجنيز	0.1 ملجرام / لتر	0.1 ملجرام / لتر
النحاس	1 ملجرام / لتر	1 ملجرام / لتر
الزنك	5 ملجرام / لتر	5 ملجرام / لتر
العسر الكلى	500 ملجرام / لتر	500 ملجرام / لتر
الكالسيوم	–	200 ملجرام / لتر
المغنسيوم	–	150 ملجرام / لتر
الكبريتات	400 ملجرام / لتر	400 ملجرام / لتر
الكلوريدات	250 ملجرام/ لتر	500 ملجرام / لتر
الألومنيوم	0.2 ملجرام/ لتر	0.2 ملجرام/ لتر

3- القيم الدليلة والمعايير للمواد الغير عضوية ذات التأثير على الصحة العامة

المادة	دلائل منظمة الصحة العالمية	معايير وزارة الصحة
الرصاص	0.05 ملجرام/ لتر	0.05 ملجرام / لتر
الزرنيخ	0.05 ملجرام/ لتر	0.05 ملجرام / لتر
السيانيد	0.1 ملجرام/ لتر	0.05 ملجرام / لتر
الكادسيوم	0.005 ملجرام/ لتر	0.005 ملجرام / لتر
السيلينيوم	0.01 ملجرام/ لتر	0.01 ملجرام / لتر
الزئبق	0.001 ملجرام/ لتر	0.001 ملجرام / لتر
الكروم	0.05 ملجرام/ لتر	0.05 ملجرام / لتر
النترات	10 ملجرام/ لتر	10 ملجرام / لتر
النيتريت	0.005 ملجرام/ لتر	0.005 ملجرام / لتر
الفلوريدات	1.5 ملجرام/ لتر	0.8 ملجرام / لتر
البربليوم	0.005 ملجرام/ لتر	0.005 ملجرام / لتر
الفضة	-	-
الباريوم	-	-
الاسبتسوس	-	-

4- المواد العضوية ذات التأثير على الصحة العامة:

أ- مبيدات الهوام (Pesticides):

(1) د.د.ت	0.001 ملجرام/لتر
(2) الألدرين والداى الدري	0.3 ملجرام/ لتر
(3) الكلوردين	0.01 ملجرام/ لتر
(4) سداسي كلوربنزين	2 ملجرام/ لتر
(5) اللندين	0.002 ملجرام/لتر
(6) الآلاكلور	0.002 ملجرام/ لتر
(7) الريكارب	0.002 ملجرام/ لتر
(8) أترازين	0.02 ملجرام /لتر
(9) ميثوكسي كلور	0.02 ملجرام/ لتر
(10) هبتاكلورو إيبوكسيد الهبتاكلور	0.01 ملجرا/ لتر
(11) ثنائي كلورو فينوكسي حمض الخليك	0.3 ملجرا/ لتر

* البنزينات المكلور:

سمازين 0.02 ملجرام/ لتر

سلفكس 0.05 ملجرام/لتر

توكسافين 0.005 ملجرام/ لتر

- الفينولات المكلورة والبنتاه كلورو فينول: 0.1 ملجرام/ لتر.
- أحماض الخليك المهلجنة.
- الميثانات المكلورة: 0.1 ملجرام/ لتر.

الإشعاعات النووية:

الراديوم 216 – 3×10^{11} كورى

الاسترنشيوم 9 – 10×10^{12} كورى

الكائنات الحية الدقيقة:

الكائنات الدقيقة	العدد فى 100سم^3	ملاحظات
الماء المعالج فى شبكة التوزيع		
* الكائنات القولونية الكلية	3	فى 95% من العينات خـلال العام
* الكائنات القولونية الغائطية	صفر	ينصح الأهالى بغلى الماء إذا لم يمكن التوصل إلـى القيم الدليلة

ملحق (هـ)

اللائحة التنفيذية للقانون رقم 4 لسنة 1994 فى شأن البيئة

المرفقات:

1. المعايير والمواصفات لبعض المواد عند تصريفها فى البيئة البحرية.
2. المنشآت التى تخضع للتقييم البيئى.
3. نموذج سجل تأثير نشاط المنشأة على البيئة (سجل الحالة البيئية).
4. الطيور والحيوانات البرية المحظور صيدها أو قتلها أو إمساكها.
5. الحدود القصوى لملوثات الهواء الخارجى.
6. الحدود المسموح بها لشدة الصوت ومدة التعرض له.
7. الحدود المسموح بها لملوثات الهواء في الانبعاثات
8. الحدود القصوى لملوثات الهواء داخل أماكن العمل وفقاً لنوعية كل صناعية.
9. الحد الأقصى والحد الأدنى لكل من درجتى الحرارة والرطبة ومدة التعرض لها ووسائل الوقاية.
10. المواد الملوثة غير القابلة للتحلل والتى يحظر على المنشآت الصناعية تصريفها في البيئة البحرية.

المرفق (1):

المعايير والمواصفات لبعض المواد عند تصريفها فى البيئة البحرية:

مع مراعاة الأحكام المنصوص عليها في القانون رقم 48 لسنة 1982 بشأن حماية نهر النيل من التلوث ولائحته التنفيذية يشترط ألا تتجاوز مستويات الصرف للمواد المبينة بعد عن المستويات الموضحة قرين كل منها.

وفى جميع الأحوال لا يسمح بالصرف في البيئة البحرية الإعلى مسافة لا تقل عن 500 متر من خط الشاطئ، كما لا يسمح بالصرف في مناطق صيد الأسماك أو مناطق الاستحمام أو المحميات الطبيعية بما يحافظ على القيمة الجمالية والاقتصادية للمنطقة.

البيان	الحد الأقصى للمعايير
درجة الحرارة	لا تزيد عن 10 درجات فوق المعدل السائد
الرقم الهيدروجينى	9-6
اللون	خالية من المواد الملوثة
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD^{5})	60 ملجرام/ لتر
الأكسجين المستهلك كيماويا (دايكرومات)	100 ملجرام/ لتر
مجموع المواد الصلبة الذائبة	2000 ملجرام/ لتر
رماد المواد الصلبة الذائبة	1800 ملجرام/ لتر
المواد العالقة	60 ملجرام/ لتر
العكارة	NTU 50
الكبريتيدات	1 ملجرام / لتر
الزيوت والشحوم	15 ملجرام / لتر
الهيدروكربونات من أصل بترولى	0.5 ملجرام / لتر
الفوسفات	5 ملجرام / لتر
الفينولات	40 ملجرام / لتر
الفلوريدات	1 ملجرام / لتر
الألومنيوم	1 ملجرام / لتر
الأمونيا (نيتروجين)	3 ملجرام / لتر
الزئبق	0.005 ملجرام / لتر
الرصاص	0.5 ملجرام / لتر
الكادميوم	0.05 ملجرام / لتر
الزرنيخ	0.05 ملجرام / لتر
الكروم	1 ملجرام / لتر
النحاس	1.5 ملجرام / لتر
النيكل	0.1 ملجرام / لتر
الحديد	1.5 ملجرام / لتر
المنجنيز	1 ملجرام / لتر
الزنك	5 ملجرام / لتر
الباريوم	2 ملجرام / لتر
الكوبالت	2 ملجرام / لتر
المبيدات بأنواعها	0.2 ملجرام / لتر
العد الاحتمالى للمجموعة القولونية فى 100سم3	5000

المرفق (2):

المنشآت الخاضعة لأحكام تقييم التأثير البيئى:

تتحدد تلك المنشآت وفقاً للضوابط الأساسية التالية.

الأولى: نوعية نشاط المنشأة.

الثاني: مدى استنزاف المنشأة للموارد الطبيعية وخاصة المياه الأراضى الزراعية والثروات المعدنية.

الثالث: موقع المنشأة.

الرابع: نوع الطاقة المستخدمة لتشغيل المنشأة.

نوعية نشاط المنشأة:

1- المنشآت الصناعية الخاضعة لأحكام القوانين رقم 21 لسنة 1985 بشأن تنظيم الصناعة وتسجيلها ورقم 55 لسنة 1977 بشأن إقامة وإدارة الآلات الحرارية والمراجل البخارية.

2- المنشآت الصناعية الخاضعة لأحكام القوانين:

رقم 1 لسنة 1973 فى شأن المنشآت الفندقية

رقم 38 لسنة 77 فى شأن تنظيم الشركات السياحية

رقم 117 لسنة 1983 فى شأن حماية الآثار

رقم 1 لسنة 1992 فى شأن المحال السياحية.

3- المنشآت العاملة فى مجال الكشف عن البترول فى استخراجه وتخزينه ونقله الخاضعة لأحكام القوانين رقم 6 لسنة 1974 بالترخيص لوزير البترول فى التعاقد للبحث عن البترول.

رقم 4 لسنة 1988 فى شأن خطوط أنابيب البترول.

4- منشآت إنتاج وتوليد الكهرباء.

5- المنشآت العاملة فى المناجم والمحاجر وإنتاج مواد البناء.

6- جميع مشروعات البنية الأساسية ومنها محطات معالجة الصرف الصحى أو الصرف الزراعى وإعادة استخدامها ومشروعات الرى والطرق والكبارى والقناطر والأنفاق والمطارات والموانى البحرية ومحطات السكك الحديدية وغيرها.

7- أى منشأة أو نشاط يحتمل أن يكون له تأثير على البيئة.

المنشآت الخاضعة لتقييم التأثير البيئى وفقاً لموقعها:

ومنها تلك التى تقام على شواطئ النيل وفرعيــه والرياحــات أو فــى المنــاطق السياحية الأثرية أو حيث تزداد الكثافة السكانية أو عند شواطئ البحار أو البحيرات أو فى مناطق المحميات.

مدى استنزاف المنشأة للموارد الطبيعية:

ومنها تلك التى تسبب تجريف الأرض الزراعية أو التصحر أو إزالــة تجمعــات الأشجار والنخيل أو تلوث موارد المياه وخاصة نهر النيل وفرعيه والبحيرات أو المياه الجوفية.

نوع الطاقة المستخدمة لتشغيل المنشأة وهى:

(1) المنشآت الثابتة التى تعمل بالوقود الحرارى ويصدر عنها إنبعاثــات تجــاوز المعايير المصرح بها.

(2) المنشآت التى تستخدم وقود نووى فى التشغيل.

المرفق (3) :

سجل تأثير نشاط المنشأة على البيئة (سجل الحالة البيئية):

1. اسم المنشأة وعنوانها.
2. اسم المسئول عن تحرير السجل ووظيفته.
3. الفترة الزمنية التى تغطيها البيانات الحالية.
4. نوعية النشاط وطبيعة المواد الخام والإنتاج خلال المدة الزمنية المقابلة.
5. التشريع الخاضع له المنشأة.
6. الاشتراطات الخاصة الصادرة من جهاز شئون البيئة للمنشأة.
7. بيان أنواع الانبعاثات ومعدلات صرفها (فى الساعة/فى اليوم/ فى الــشهر/ فــى السنة) وكيفية التصرف فيها سواء كانت:
   * غازية أو سائل أو صلبة أو فى شكل آخر.
8. معدلات أجراء الاختبارات على كل نوع من الانبعاثات الصادرة عن المنشأة.

عينات مخطوفة: تاريخ ومكان ووقت كل عينة، ومعدل جمــع العينــات وبيــان المؤشرات المطلوب قياسها (يوميا/ أسبوعيا/ شهريا) عينات مركبة: تاريخ ووقت جمع العينة، أماكن ونسب خلط العينة المركبة، بيان المؤشرات المطلوب قياســها (يوميــا/ أسبوعيا، شهريا)، المخرجات بعد عمليات المعالجة، مدى كفــاءة وســائل المعالجــة، تاريخ وتوقيع المسئول.

المرفق (4) :

الطيور والحيوانات البرية المحظور صيدها أو قتلها أو إمساكها:

وتشمل الطيور والحيوانات التى صدر بها قرار من وزير الزراعة أو التى تحددها الاتفاقات الدولية التى تنضم إليها جمهورية مصر العربية بالاتفاق مع جهــاز شــئون البيئة.

المرفق (5) :

الحدود القصوى لملوثات الهواء الخارجى (ملجرام/لتر)

الملوث	الحد الأقصى	مدة التعرض	الملوث	الحد الأقصى	زمن التعرض
ثانى أكسيد الكبريت	350 150 60	ساعة 24 ساعة سنة	الجسميات العالقة مقاسة كدخان أسود	150 60	24 ساعة سنة
أول أكسيد الكربون	30ملجرام/م3 10ملجرام/م3	ساعة 8 ساعة	الجسيمات العالقة الكلية	230 90	24 ساعة سنة
ثانى أكسيد النيتروجين	400 150	ساعة 24 ساعة	الرصاص	1	سنة
الأوزون	20 120	ساعة 8 ساعة			

المرفق (6) :

الحدود المسموح بها لملوثات الهواء فى الانبعاثات:

ملوثات الهواء المعنية بهذه المادة هى الشوائب الغازية أو الصلبة أو السائلة أو فى الحالة البخارية والتى تنبعث من المنشآت المختلفة لفترات زمنية مما قد ينــشأ عنهــا

أضرار بالصحة العامة أو الحيوان أو النبات أو المواد أو الممتلكات أو تتـداخل فـي ممارسة الإنسان لحياته اليومية وبالتالى تعتبر تلوثاً للهواء إذا نشأ عن انبعاثات هـذه الملوثات تواجد تركيزات لها تزيد عن الحد الأقصى المسموح به فى الهواء الخارجى.

جدول (1) الجسيمات الكلية

نوع النشاط	الحد الأقصى المسموح به ملجرام/م3 من العادم
1- صناعة الكربون	50
2- صناعةالكوك	50
3- صناعة الفوسفات	50
4- صناعة سبك واستخلاص الرصـاص، الزنك النحاس وغيرها من الصناعات المعدنية الغير حديدية	100
5- صناعات حديدية	قائمة 200 جديدة 100
6- صناعة الأسمنت	قائمة 500 جديدة 200
7- أخشاب صناعية وألياف	150
8- صناعات بترولية وتكرير البترول	100
9- مصادر أخرى	200

جدول (2) الحدود القصوى لانبعاث الغازات والأبخرة من المنشآت الصناعية:

الملوث	الحد الأقصى لانبعاث ملجرام/م3 من العادم
ألدهايدز (تقاس كفومالدهايد)	20
الأنتيمون	20
أول أكسيد الكربون	قائم 500 جديد 200
حريق بترول أو فحم	قائم 4000 جديد 2500
صناعات غير حديدية	3000
صناعة حامض الكبريتيك ومصادر أخرى	150
ثالث أكسيد الكبريت بالإضافة إلى حامض	150

الكبرتيك	
صناعة حامض النيتريك	قائم 3000، جديد 400
حامض الهيدروكلوريك	100
حامض الهيدروفلوريك	15
رصاص	20
زئبق	15
زرنيخ	20
عناصر ثقيلة (مجموع كلى)	35
فلوريد السيليكون	10
فلور	20
صناعة أقطاب الجرافيت	50
كادميوم	10
كبريتيد الهيدروجين	10
كلور	20
حرق القمامة	50
حرق سائل عضوى	50 (0.04 من الخام) (تكرير البترول
نحاس	20
نيكل	20
مصادر أخرى	300

المرفق (7):

الحدود المسموح بها لشدة الصوت ومدى التعرض الآمن له:

جدول (1) : شدة الصوت داخل أماكن العمل وداخل الأماكن المغلقة:

الحد المسموح به لمنسوب شدة الضوضاء داخل أماكن الأنشطة الإنتاجية.

نوع المكان والنشاط	الحد الأقصى لشدة الضوضاء المكافئة ديسيبيل
1- أماكن العمل ذات الوردية حتى 8 ساعات بهدف الحد من مخاطر الضوضاء على حاسة السمع.	90
2- أماكن العمل التى تستدعى سماح إشارات صوتية وحسن سماع الكلام	80
3- حجرات العمل لمتابعة وقياس وضبط التشغيل وبمتطلبات عالية	65
4- حجرات العمل لوحدات الحاسب الآلى أو الآلات الكاتبة.	70
5- حجرات العمل للأنشطة التى تتطلب تركيز ذهنى	60

القيمة المعطاة فيما بعد مبنية على أساس عدم التأثير على حاسة السمع.

يجب ألا تزيد شدة الضوضاء المكافئة عن 90 ديسيبيل (أ) خلال وردية العمل اليومى 8 ساعات.

فى حالة ارتفاع منسوب شدة الضوضاء المكافئة عند 90 ديسيبيل (أ) يجب تقليل مدة التعرض طبقاً للجدول الآتى:

منسوب شدة الضوضاء ديسيبيل (أ)	95	100	105	110	115
مدة التعرض (ساعة)	4	2	1	2/1	4/1

يجب ألا يتجاوز منسوب شدة الضوضاء اللحظى خلال فترة العمل 135 ديسيبيل فى حالة التعرض للضوضاء المتقطعة الصادرة من المطارق الثقيلة.

تتوقف على مدة التعرض (عدد الطرقات خلال الوردية اليومية) حسب شدة الضوضاء طبقاً للجدول التالى:

شدة الصوت ديسيبيل	عدد الطرقات المسموح بها خلال فترة العمل اليومى
135	300
130	1000
125	3000
120	10000
115	30000

تعتبر الضوضاء الصادرة من المطارق الثقيلة متقطعة إذا كانت الفترة بين كل طرقه والتى تليها 1 ثانية أو أكثر. أما إذا كانت الفترة أقل من ذلك فإن الضوضاء تعتبر مستمرة عندئذ ينطبق عليها ما جاء فى البنود الأربع السابقة.

جدول (2) الحد الأقصى المسموح به لشدة الضوضاء فى المناطق المختلفة:

نوع المنطقة	الحد المسموح به لشدة الصوت: ديسيبيل (أ)		
	نهار من إلى	مساءاً من إلى	ليلاً من إلى
المناطق التجارية والإدارية ووسط المدينة	56-55	60-50	55-45
المناطق السكنية وبها بعض الورش أو الأعمال التجارية أو على الطريق العام	60-50	55-45	50-40

المناطق السكنية فى المدينة	55-45	50-40	45-35
الضواحى السكنية مع وجود حركة ضعيفة	50-40	45-35	40-30
المناطق السكنية الريفية، مستشفيات وحدائق	40-35	40-30	35-24
المناطق الصناعية (صناعات ثقيلة)	70-60	65-55	60-50

نهاراً من 7 صباحاً حتى 6 مساءاً

مساءاً من 6 مساءاً حتى 10 مساءاً

ليلاً من 10 مساءاً حتى 7 صباحاً

المرفق رقم (8):

الحدود القصوى لملوثات الهواء داخل أماكن العمل وفقاً لنوعية كل صناعة:

الحدود العتبية هى تركيزات المواد الكيميائية فى الهواء التى يمكن أن يتعرض لها العاملون يوماً بعد يوم دون حدوث أضرار صحيحة وتنقسم إلى ثلاثة أنواع:

(1) الحدود العتبية – المتوسط الزمنى

وهى المتوسط الزمنى ليوم عمل عادى (8 ساعات) والتى يمكن أن يتعرض لها العامل 5 أيام فى الأسبوع طوال فترة عمله دون حدوث أضرار صحية.

(2) الحدود العتبية – حدود التعرض لفترة قصيرة

وهى حدود التعرض لفترة زمنية مدتها 15 دقيقة ولا يجوز أن يتجاوز التعرض أو أن يتكرر أكثر من 4 مرات في اليوم الواحد ويجب أن تكون الفترة بين كل تعرض قصير والذى يليه 60 دقيقة على الأقل.

(3) الحد السقفى ولا يجوز تجاوزه ولو للحظة واحدة وعندما يكون الامتصاص عن طرق الجلد عاملاً فى زيادة التعرض توضع إشارة"+ جلدّ أمام الحد العتبى، وبالنسبة للأتربة الكلية التى تسبب المضايقة فقط وليست لها آثار صحية ملموسة فإن الحد العتبى هو 10 ملجرام /م3 بالنسبة للجسيمات القابلة لاستنشاق.

وبالنسبة للغازات الخانقة البسيطة التى ليست لها آثار فسيولوجية تذكر يكون العامل المؤثر هو تركيز الأكسجين فى الجو والذى لا يجوز أن يقل عن 18%.

المادة	الحدود العتبية				ملاحظات
	المتوسط الزمني		حدود التعرض لمدة قصوه		
	جزء فى المليون	ملجرام/م3	جزء فى المليون	ملجرام/م3	
1	2	3	4	5	6
استيالدهايد	100	180	150	270	–
حامض الخليك	10	25	15	37	–
حامض الخليك اللامائى	5	20			+ جلد
أسيتون	750	1780	1000	2375	
اسيتونيتريل	40	70	6	105	+ جلد
بروميد رباعى الاستلين	1	15	1.5	20	
حامض الأستيل ساليسيليك	5				
أكرولين	0.1	0.25	0.3	0.8	
أكريلاميد		0.3		0.6	+ جلد
حامض الأكليريك	10	30			
أكرينونيتريل	2				+ جلد
الدرين		0.25		0.75	+ جلد
الكحول الإثيلى	2	5	4	10	+ جلد
الألومينـــــوم المعـــــدنى والأكاسيد	10		20		
أملاح الألومينوم المذابة	2				
الألكيلات	2				
أمينوبيربدين	5.5	2	2	4	
أمونيا	25	18	35	27	
كلوريد النشادر أدخنة		10		20	
الأميل أسيتيت	100	530	150	800	
الأنيلين	2	10	5	20	+ جلد
الأنتيمـــــون ومركبـــــات كانتيمون		0.5			
الزرنيخ ومركباتـــه القابلـــة للذوبان كزرنيخ		0.2			
غاز الزرنيخ (As)	0.05	0.2			
أدخنو الأسفلت البترولى		5		10	
أترازين		5			

الباريوم مركبات (كباريوم)		0.5			
الجازولين	10	30	25	75	
البريليوم		0.002			
رباعى بورات صوديوم لامائى		1			
أكسيد البورون		10		20	
ثلاثي بروميد البورون	1	10	3	3	
ثلاثي فلوريد البورون	1	3			+ حد سقفى
البروم	0.1	0.7	0.3	2	
البروموفورم	0.5	5			
البيوتان	800	1100			
كحول بيوتيلى	100	300	150	450	
الكرومات (محسوبة كأكسيد الكروم Cr_2O_3)		0.1			+ جلد
أتربة وأملاح الكادميوم محسوبة ككادميوم	0.5		0.2		
أدخنة الكادميوم	0.5				
كربونات الكالسيوم				20	
ايدروكسي الكالسيوم		5			
أكسيد الكالسيوم		2			
كربوفيورين		0.1			
الكربون الأسود		3.5		7	
ثانى أكسيد الكربون	5000	9000	15000	27000	
ثانى كبريتور الكربون	10	30			+ جلد
أول أكسيد الكربون	50	55	400	440	
رابع كلوريد الكربون	5	30	20	125	
رابع بروميد الكربون	0.1	1.4	0.3	4	
كلوردان		0.5		2	+ جلد
الفينيل المكلور		0.5		2	
الكلور	1	2	3	90	
ثانى أكسيد الكلور	0.1	0.3	0.3	0.9	
كلورو أسيتالدهايد	1	3			
كلوروداى فينيل	0.5		1		

كلوروبنزين 75	350				
كلوروفورم	10	50	50	225	
كلورو بيكرين	10	45			
الكروم ومركباتـه (علـى أساس الكروم)		0.5			
مركبات الكروم الـسداسية (على أساس الكروم)		0.5			
منتجات قطران الفحم القابلة للتطاير والذوبان فى البنزين		0.2			
الكوبالت وأتربته وأدخنته		0.1			
النحـــاس أتربـــة ورزاز (كنحاس)		1		2	
غبار القطن الخام		0.2		0.6	
الكريزولات	5	22			+ جلد
أملاح السانيد (كسانيد)		5			+ جلد
السيانوجين	10	20			
كلوريد السيانوجين	0.3	0.6			حد سقف
سيكلوهكزين	300	1050	375	1300	
سيكلوبنتان	600	1720	900	2580	
د.د.ت		1		3	
ديازينون		0.1		0.3	+ جلد
ديكابورين	0.05	0.3	0.15	0.9	+ جلد
ثنائى آزوميثان	0.2	0.4			
ثنائى كلورو أستلين	0.1	0.4			حد سقفى
أورثو داى كلوروبنزين	50	300			حد سقفى
باراداى كلوروبنزين	75	450	110	675	
1،2 داى كلورو إيثلين	200	709	250	1000	
داى كلورو إيثيل إيثر	5	30	10	60	+ جلد
داى الدرين		0.25		0.75	+ جلد
داى إيثانول أمين	3	15			
داى ميثيل أينلين	5	25	10	50	+ جلد
ثنائى نيتروبنزين	0.15	1	0.5	3	+ جلد
ثنائى نيتروتولوين		1.5		5	+ جلد
ديو كزين	25	90	100	260	+ جلد

ثنائى بروبلين جليكول (ميثيل إيثر)	100	600	150	900	+ جلد
أندرين		0.1		0.3	+ جلد
إيبكلورو هيدرين	2	10	5	20	+ جلد
إيثيل أسيتيت	400	1400			
إيثانول	1000	1900			
إيثانول أمين	3	8	6	15	
إيثيل بنزين	100	425	125	545	
إيثيل بيوتيل كيتون	50	230	75	345	
إيثيل كلورايد	1000	2600	1250	3250	
إيثيل داى أمين	10	25			
أكسيد الإيثيلين	10	20			
إيثيلين داى كلوريد	10	40	15	60	
إيثيلين جليكول-جسيمات		10		20	
بخار	50	125			حد سقفى
إيثيل مركبتين	0.5	1	2	3	
أتربه الفانديوم الحديدى		1		0.3	
أتربة الألياف الزجاجية		10			
الفلوريات (كفلور)		2.5			
الفلور		2	2	4	حد سقفى
الفورمالدهايد	2	3			حد سقفى
حامض الفورميك	5	9			
الهيناكلور		0.5		2	+ جلد
هكسا كلورو نفتالين		0.2		0.6	+ جلد
ن- هكزان	50	180			
أيزوميرات الهكزان	500	1800	1000	3600	
بروميد الهيدروجين	3	10			
سيانيد الهيدروجين	10	10			حد سقفى
فلوريد الهيدروجين	3	2.5	6	5	
كبريتيد الهيدروجين	10	14	15	21	
اليود	0.1	1			حد سقفى
أدخنة أكسيد الحديد	3	5		10	
أيزوبربيل الكحول	400	980	500	1225	

أيزو بيوتيل الكحول	50	150	75	225	
أتربة وأدخنة الرصاص الغير عضوية (كرصاص)		0.15		0.45	
زرنيخات الرصاص		0.15		0.45	
كرومات الرصاص		0.5			
اللندين		0.5		0.5	+ جلد
غازات بترولية سائلة	1000	1800	1520	2250	
أدخنة أكسيد المغنسيوم		10			
الملايثون		10			+ جلد
أتربة ومركبات المنجنيز (كمنجنيز)		5			حد سقفى
أدخنة المنجنيز		1		3	
رابع أكسيد المنجنيز		1			
الزئبق (كزئبق)					+ جلد
مركبات الألكيل		0.01		0.03	
أبخرة المركبات عدا الألكيل		0.05			
مركبات الأريل والمركبات غير العضوية		0.1			
ميثوكسي كلور		10			
الكحول الميثيلى	200	260	250	310	+ جلد
بروميد الميثيل	5	20	15	60	
ميثلين بيوتيل كيتون	5	20			
ميثيل كلورايد	50	105	100	205	
ميثيل كلورو فورم	350	1900	450	2450	
أيزوسيانيت	0.02	0.2			حد سقفى
كلوريد الميثيلين	100	360	500	1700	
ميثيل إيثيل كيتون	200	590	300	885	
ميثيل هيدرازين	02	0.35			+ جلد
ميثيل أيزو سيانيت	0.02	0.05			+ جلد
ميثيل مركبتان	0.5	1			
نفتالين	10	50	15	75	
كربونيكل النيكل (كنيكل)	0.05	0.35			
النيكل (المعدنى)		1			
مركبات النيكل المذابة		0.1		0.3	

(كنيكل)					
أملاح السيلينيوم (كسيلينيوم)		0.2			
هكزا فلوريد السيلينوم	0.05	0.2			
السيليكون				20	
كربيد السيليكون				20	
معدن الفضة			0.1		
أملاح الفضة المذابة (كفضة)		0.01			
أزيد الصوديوم	0.1	0.3			حد سقفى
باى سلفيت الصوديوم		5			
فلورو أستيات الصوديوم		0.5		0.15	+ جلد
ميتاباى سلفيت الصوديوم		2			حد سقفى
استين	0.1	0.5	0.3	1.5	
الأنزيمات المحلله للبروتين					
(أنزيم نقى مبلور)		0.00006			حد سقفى
ثانى أكسيد الكبريت	2	5	5	10	
حامض الكبريتيك		1			
سداسى فلوريد الكبريت	1000	6000	1250	7500	
أحادى كلوريد الكبريت	1	6	3	18	
خماسى فلوريد الكبريت	0.025	0.25	0.075	0.75	
رابع كلورو إيثان	5	35	10	70	+ جلد
رابع إيثيل الرصاص (كرصاص)	0.1		0.3		+ جلد
التتريل		1.5		3	+ جلد
أملاح الثاليوم المذابة (كثاليوم)		0.1			+ جلد
القصدير ومركباته الغير عضوية		2		4	
رابع أكسيد القصدير (كقصدير)					
مركبات القصدير العضوية		0.1		0.2	+ جلد
ثانى أكسيد التيتانيوم				20	
التولوين	100	375	150	560	+ جلد
ثنائى أيزو سيانيت التولوين	0.02	0.14			حد سقفى

أورثوتولويدين	0.02	0.14			حد سقفى
ثلاثى كلورو حامض الأسيتيك	1	5			
ثلاثى كلوروبنزين (1، 2، 4)	5	40			
ثلاثى كلورو إيثلين	50	270	150	808	
ثلاثى كلورو نفتالين		5		10	
2، 4، 6 ثلاثى نيتروتلوين		0.5		3	+ جلد
ثلاثى ميثيل بنزين	25	125	35	170	
ثلاثى أورثو كريسيل فوسفات		0.1		0.3	
اليورانيوم الطبيعى ومركباته المذابة والغير مذابة (كيورانيوم)		0.2		0.6	
أتربة وأدخنة الفناديوم المستنشقة (كخماسى أكسيد الفناديوم)		0.5			
كلوريد الفينيل	5	10			
أدخنة اللحام		5			
أتربة الأخشاب الصلبة		1			
أتربة الأخشاب اللينه		5		10	
زيلين	100	435	150	655	+ جلد
أدخنة كلوريد الزنك		5		10	
مركبات الزركونيوم (كزركونيوم)		5		10	

الحدود العينية للتعرض للأتربة المعدنية :

1- السيليكا – ثانى أكسيد السيليكون:

أ- المبلورة:

الكوارتز : الحد العتبى مليون من الجسيمات فى القدم المكعب.

=	300
	النسبة المئوية لتركيز الكوارتز فى الأتربة + 10

الحد العتبى للأتربة القابلة للاستنشاق (أقل من 5 ميكرون) (ملجرام/م3)

=	10 ملجرام /م3
	النسبة المئوية لتركيز الكوارتز في الأتربة

الحد العتبى للأتربة الكلية (ملجرام/م3)

=	30 ملجرام /م3
	النسبة المئوية لتركيز الكوارتز فى الأتربة + 3

الكريستوباليت والترايديميت : تستعمل نفس القيمة المحسوبة للرصاص.

ب- السيليكا غير المبلورة:

الحد العتبى: 20 مليون من الجسيمات فى القدم المكعب

2- الأسبستوس:

أتربة الأسبستوس التى يزيد طول أليافها عن 5 ميكرون:

الأموسيت: 0.5 من الألياف لكل سم3 من الهواء.

الكروسيدوليت: 0.2 من الألياف لكل سم3 من الهواء.

الأنواع الأخرى من الألياف: 2 من الألياف لكل سم3 من الهواء.

3- التلك:

النوع الليفى: 2 من الألياف لكل سم 3 من الهواء.

النوع غير الليفى: 20 مليون من الجسيمات للقدم المكعب من الهواء.

4- الميكا : 20 مليون من الجسيمات للقدم المكعب من الهواء.

5- الجرافيت الطبيعى: 15 مليون من الجسيمات للقدم المكعب من الهواء.

ملحوظة :

مليون من الجسيمات فى القدم المكعب × 35.5 = مليون من الجسيمات فى المتر المكعب = جسيم فى سم3

الحدود العتبية للأتربة التى تسبب المضايقة فقط:

أقل من 1% كوارتز:

الحد العتبى للأتربة الكلية = 30 مليون من الجسيمات فى القدم المكعب

= 10 ملجرام فى المتر المكعب

الحد العتبى للأتربة القابلة للاستنشاق = 5 ملجرام فى المتر المكعب.

إذا زادت نسبة الكوارتز عن 1% يستعمل الحد العتبى للكوارتز

أمثلة: من الأتربة التى تسبب المضايقة فقط :

الألومينا، كربونات الكالسيوم، الرخام، الحجر الجيرى، سيليكات الكالسيوم، الأسمنت اليورتلاندى، الجرافيت الصناعى، الجبس (كبريتات الكالسيوم)، كبريتات المغنسيوم، الكاولين، ألياف الصوف المعدنى، ألياف السيليلوز، رزاز الزيوت النباتية، ما عدا المهيجه.

الحد العتبى لغبار القطن (الخام)

الحد العتبى – متوسط زمنى = 0.2 ملجرام/م3

الحد العتبى – للتعرض القصير = 0.6 ملجرام/م3

الحدود العتبية للمواد المسرطنة والتى يشتبه فى أنها مسرطنة:

المادة	الحد العتبى	ملاحظات
أكرينونيتريل	2 جزء فى المليون	+ جلد
الأسبستس	أنظر الأتربة المعدنية	
كلورو ميثيل إيثر	0.001 جزء فى المليون	
الكرومات (تنقية خام الكرومايت)	0.05 ملجرام/م3 (ككلورم)	
الكروم سداسى التكافؤ – بعض المركبات الغير مذابة	0.05 ملجرام/م3 (ككروم)	
المواد القابلة للتطاير فى قطران الفحم	0.2 ملجرام/م3 كمواد قابلة للذوبان فى البنزين	
أتربة وأدخنة النيكل		
تحميص كبريتيد النيكل	0.1 ملجرام/م3 (كنيكل)	
كلوريد الفينيل	5 جزء فى المليوم	
بنزين	10 جزء فى المليون	
البريليوم	2 ميكروجرام/م3	
رابع كلوريد الكربون	5 جزء فى المليون	
الكلوروفورم	10 جزء فى المليون	
الهيدرازين	0.1 جزء فى المليون	+ جلد

فينيل هيدرازين	5 جزء في المليون	+ جلد
1.1 ثنائي ميثيل هيدرازين	0.5 جزء في المليون	+ جلد
ميثيل هيدرازين	0.2 جزء في المليون	+ جلد
أكسيد الإيثيلين	1 جزء في المليون	
الفورمالدهايد	1 جزء في المليون	حد سقفى
يوديد الميثيل	2جزء في المليون	حد سقفى
نيتروبروبان	10 جزء في المليون	
بروبيلين أمين	2 جزء في المليون	+ جلد
أورثوتولويدين	2 جزء في المليون	+ جلد
بروميد الفينيل	5 جزء في المليون	

مواد مسرطنة وليس لها حدود عتبية معروفة ولا يسمح بملامستها أو التعرض لها بأى طريقة :

4- أمينو ثنائى الفينول (بارازينل أمين)

بنزيدين

كلورو ميثيل إيثر

بيتا نافثيل أمين

5- نيترو ثنائى الفينول

<u>مواد أو عمليات صناعية يشتبه في أنها مسرطنة:</u>

4- أمينو ثنائى الفينول

بنزيدين

كلورو ميثيل إيثر

بيتا نفتيل أمين

5- نيترو ثنائى الفينول.

<u>مواد أو عمليات صناعية يشتبه فى أنها مسرطنة:</u>

إنتاج ثالث أكسيد الأنتيمون.

إنتاج ثالث أكسيد الزرنيخ.

إنتاج أكسيد الكادميوم

أميترول

3، 3- ثنائى كلورو بنزيدين

ثنائى ميثيل كرباميل كلوريد

ثنائى بروميد الإيثلين

هكزا ميثيل فوسفور أميد

ن- نيتروزو ثنائى ميثيل أمين

ن- فينيل بيتا نفتيل أمين

التهوية فى أماكن العمل :

التهوية داخل أماكن العمل تكون بهدف الاحتفاظ بتركيز الملوثات تحت الحدود القصوى المسموح بها، ويكون توفير التهوية الكافية داخل أماكن العمل بإحدى طريقتين هما:

التهوية العامة أو التهوية الموضعية.

1- التهوية العامة :

وهى طريقة ملائمة لمعالجة أبخرة المذيبات ذات السمية المنخفضة. وهى لا تلائم المواد ذات السمية العالية ولا تلك الملوثات التى تنبعث بطريقة غير منظمة أو بكميات كبيرة وهى بصفة عامة غير ملائمة للتعامل مع الأتربة والأدخنة. ويراعى حساب نظام التهوية العامة بعد معرفة كمية المادة المتبخرة ويتم حساب كمية الهواء المطلوب تحريكه، بحيث تكفى لإحداث تغيير لهواء المكان، بما يكفى بالتركيز للمادة الملوثة تحت الحدود القصوى المسموح بها. كما يجب أن تراعى النواحى الفنية والهندسية فى إنشاء نظام التهوية مع الاستعانة بمهندس متخصص.

2- التهوية الموضعية :

وهى أكثر فاعلية فى التحكم فى أنواع الملوثات المختلفة وهى تتكون من غطاء ومجموعة من الأنابيب وجهاز لتنقية الهواء، مثل التخلص منه إلى الخارج ومروحة لتحريك الهواء. ويشرف على ذلك مهندس متخصص.

الحد الأقصى والأدنى لكل من درجتى الحرارة والرطوبة ومدة التعرض لهما ووسائل الوقاية منهما:

1- خلال ساعتى العمل فى اليوم الواحد بالكامل يجب أن لا يتعرض العامل لظروف وطأة حرارية مرتفعة، طبقاً لما هو موضح بالجدول والمقاسة بالترمومتر الأسود المبلل.

نوعية العمل	سرعة هواء منخفضة	سرعة هواء مرتفعة
عمل خفيف	30 متر	32.2م
عمل متوسط	27.8 م	30.5 م
عمل شاق	26.1 م	28.9 م

2- لا يسمح بتشغيل عامل بدون رقابة وقائية عند التعرض لمستويات وطأة حرارية مرتفعة.

3- إذا تعرض أى عامل لظروف عمل لمدة ساعة مستمرة أو متقطعة خلال ساعتى عمل عند وطأة حرارية تزيد عن 26.1م للرجال، 24.5م للنساء. عندئذ يجب الرجوع إلى أى واحد أو أكثر من الطرق الآتية.لضمان عدم ارتفاع درجة الحرارة الداخلية للعامل عن 38[5]م.

أ- أقلمه العامل على درجة الحرارة لمدة ستة أيام، بحيث يتعرض العامل إلى 50% من مدة التعرض اليومية فى اليوم الأول من العمل ثم تزاد مدة التعرض بنسبة 10% يومياً ليصل إلى 100% فى اليوم السادس.

ب- العامل الذى يتغيب لمدة 9 أيام أو أكثر بعد أقلمته على الحرارة أو يمرض لمدة 4 أيام متتالية يلزم أن تعاد أقلمته على فترة 4 أيام بحيث يتعرض إلى الحمل الحرارى لمدة تكون 50% من إجمالى مدة التعرض اليومية ثم تزاد بنسبة 20% يومياً ليصل إلى 100% من التعرض فى اليوم الرابع.

4- تنظيم أوقات العمل والراحة ليقل الحمل الفسيولوجى على العامل وليحصل على الراحة الكافية بين أوقات العمل.

5- توزيع إجمالى فترة العمل بالتساوى فى اليوم الواحد.

6- جدولة الأعمال الحارة فى أثقل فترات اليوم حرارة .

7- فترات راحة قصيرة على الأقل مرة واحدة كل ساعة للتزود بالماء والأملاح، بحيث يتم توفير 2 لتر من مياه الشرب على الأقل مذاباً بها 0.1 أملاح (ملح

الطعام) للعامل الواحد (مع إعطاء أقراص ملح). يلزم وجود المياه قريباً من العامل وعلى مسافة لا تزيد عن 60 متر.

8- توفير واستخدام الملابس والأجهزة الوقائية المناسبة.

9- أخذ جميع الاحتياطيات والتصميمات الهندسية والتحكم الذى يعمل على خفض درجة حرارة الجو.

طبياً:

فحص جميع العاملين تحت حمل حرارى للتأكد من قدرتهم على تحمل الجو مع ملاحظة فحص الجهاز الدورى والتنفسى والبولى والكبدى والغدد الصماء والجلد بدقة وكذلك التاريخ الطبى خصوصاً ما له علاقة بالأمراض المرتبطة بالحرارة.

الفحص الدولى كل عامين للمتعرضين لدرجة حرارة عالية من منهم فى سن 46 وكل عام للعاملين الأكبر سناً.

وجود شخص مدرب لملاحظة ومواجهة الحالات والأمراض الناتجة عن الحرارة أثناء العمل على وجود الاستعدادات الأولية اللازمة.

التدريب:

يلزم تعريف العمالة المعرضة لدرجات الحرارة العالية بالأتى:

- أهمية شرب الماء أثناء العمل.
- أهمية التزود بالأملاح (ملح الطعام) .
- أهمية وزن الجسم يومياً قبل العمل وبعد الانتهاء منه.
- معرفة أعراض أهم الأمراض المرتبطة بالتعرض للحرارة مثل الجفاف، الإغماء، الإرهاق والتقلصات الناتجة عن الحرارة.
- معرفة خطورة أية مواد سامة أو حمل طبيعى آخر يتعرض له العامل.
- معرفة أهمية التأقلم الحرارى (مع تسجيل المعلومات الخاصة بكل عامل فى ملف خاص يسهل على العامل الحصول عليه).

المراقبة:

1- وضع ترمومتر مبلل (الترمومتر الزئبقى العادى مع تغطية خزان الزئبق بقطعة شاش مبلله) فى أماكن العمل الحارة.

2- استخدام الترمومتر الأسود – ترمومتر جلوب (ترمومتر زئبقى مع وضع خزان الزئبق فى غلاف معدنى أسود) إلى جانب الترموتر المبلل.

3- الانتظار لمدة نصف ساعة ثم الحصول على قراءات كل ترمومتر.

4- تحديد درجة الحرارة المبللة السوداء من المعادلة.

درجة حرارة الترمومتر المبلل الأسود =

0.7 × قراءة الترمومتر المبلل + 0.3 × ترمومتر جلوب.

كما يمكن استخدام الجدول الآتى للعمل، بشرط أن يطبق عن كل ساعة عمل واحدة على حده وتوافر الاشتراطات السابق ذكرها.

المستويات المأمونة لدرجات الوطأة الحرارية فى بيئة العمل

لكل ساعة عمل واحدة على حدة

نظام العمل والراحة كل ساعة	عمل خفيف	عمل متوسط	عمل شاق
عمل مستمر	30°م	27°م	25°م
75% عمل، 25% راحة	30.5°م	25°م	26°م
50% عمل ، 50% راحة	31.5°م	29.5°م	28°م
25% عمل ، 75% راحة	32°م	31°م	30°م

فى حالة العمل فى ظروف الحرارة المنخفضة:

فى حالة ضرورة العمل فى درجة حرارة منخفضة فإنه يلزم اتخاذ إجراءات السلامة المهنية المناسبة، من حيث ارتداء جهاز تنفس يسمح بتدفئة الهواء المستنشق وكذلك ارتداء الملابس العازلة والواقية والتى تحافظ على درجة الحرارة الداخلية للعامل.

المرفق رقم (10):

المواد الملوثة غير القابلة للتحلل والتى يحظر على المنشآت الصناعية تصريفها فى البيئة البحرية:

المواد غير القابلة للتحلل هى المواد التى توجد في البيئة لمدة طويلة معتمدة أساساً على الكميات التى يتم صرفها فى البيئة البحرية: حيث أن بعض منها يتحلل بعد فترات طويلة تصل إلى عدة شهور أو عدة سنوات.

أمثلة للمواد الغير عضوية: الزئبق ومركباته، الرصاص ومركباتـــه، الكـــادميون ومركباته، الكوبالت، الفاناديوم، النيكل، السيلينيوم، الزنك ومركباته.

أمثلة للمواد العضوية:

المبيدات العضوية الفوسفورية.

الملاثيون.

المبيدات العضوية المكلورة.

الألدرين، الداى الدرين.

الــ د.د.ت

الكلوريدين، أندرين

Polychlorinated biphenyls (PCBs)

أراكلور ، تراكلورو باى فينيل

تراى كلورو باى فينيل

هذه المواد غير قابلة للتحلل تماماً وتعتبر شديدة السمية فى تركيزاتها الضئيلة جداً.

Polynuclear Aromatic Hydro carbons

Benzo (A) Pyrene

Naphthalene.

المـــــــــراجع
References

1. Ray. B. T. Enrirommental Engineering PWS Publishing company
2. Publications of the Environmental Protection Agency.
3. Holland, H.B. (1987) the Chemistry of the Atmosphere, Wiley. Newyork.
4. Odum, E.P. (1997) Fundamentals of Ecology third Edition- Saunders, Philadelphia.
5. Selected Indian Publications About Environmental Engineering And Environmental Sanitation.
6. Publications of the American Water works Association.

المراجع العربية:

1. ملاحق اللائحة التنفيذية لقانون البيئة رقم 94/4.
2. خصائص عمليات لتنقية المياه واستعمالاتها. المؤلف. الناشر المكتبة الأكاديمية (سلسلة كراسات) عام 2005.

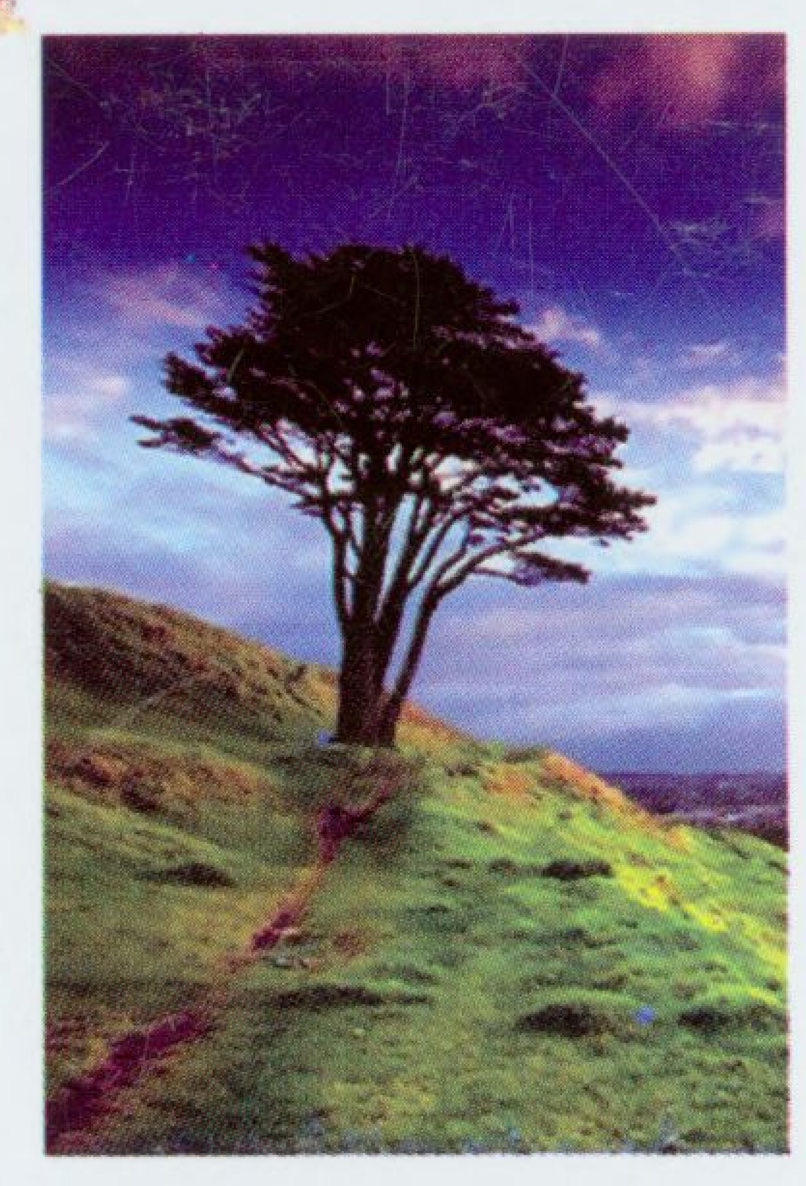
الفهرس



فى هذا الكتاب تم تناول العديد من التطبيقات الهندسية لشئون البيئة وذلك بهدف المحافظة على البيئة وحمايتها من الملوثات والذى ينعكس على صحة الإنسان وسلامته ، وقد تم تناول تلك التطبيقات فى ثمانية عشر فصلا تم التركيز فيها على ملوثات الهواء بالإضافة إلى ملوثات الماء وكذلك التلوث السمعى ومقاومة الحشرات والقوارض.



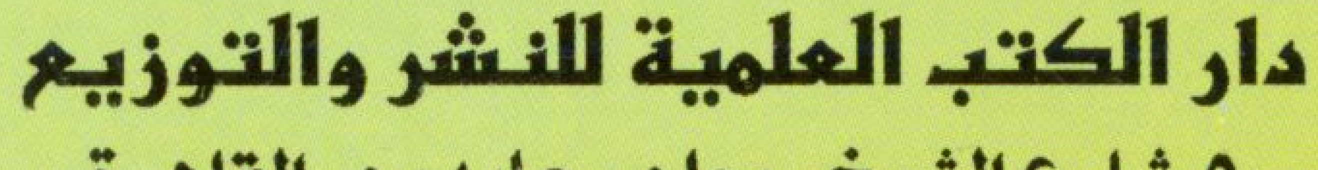
وقد شمل هذا الكتاب أيضا عرض لمسببات التلوث وتأثيراته وطرق مقاومة تلك الملوثات والحد منها ، والهدف منها هو توفير المادة العلمية للعاملين والمهتمين بشئون البيئة وكذلك القائمين على تقييم الأثر البيئى والحد من التلوث فى المنزل أو المصنع.



جمال خليفه

ISBN 978-977-287-899-4





٥٠ شارع الشيخ ريحان - عابدين- القاهرة
☎ ٢٧٩٥٤٢٢٩
www.sbhegypt.org
e-mail:sbh@link.net